

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC

**DIAGNÓSTICO DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL GERADO NO
MUNICÍPIO DE BLUMENAU-SC.
POTENCIALIDADES DE USO EM OBRAS PÚBLICAS**

Dissertação submetida à Universidade Federal
de Santa Catarina como requisito parcial exigido
pelo Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil - PPGEC, para a obtenção do
Título de MESTRE em Engenharia Civil.

MARCIA CRISTINA SARDÁ

Florianópolis, Março/2003

**DIAGNÓSTICO DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL GERADO NO
MUNICÍPIO DE BLUMENAU-SC.
POTENCIALIDADES DE USO EM OBRAS PÚBLICAS.**

MARCIA CRISTINA SARDÁ

Dissertação julgada adequada para a obtenção do Título de MESTRE em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC - Área de Concentração: Construção Civil, da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Prof. Dr. Jucilei Cordini (Coordenador do PPGEC)

Prof. Dra. Janaide Cavalcante Rocha (Orientadora)

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Adilson Pinheiro (FURB)

Prof. Dr. Antônio Edésio Jungles (ECV/UFSC)

Prof. Dr. Dora Maria Orth (ECV/UFSC)

*Ao meu pai,
meu grande incentivador.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu companheiro Glauco, pelo carinho, compreensão e apoio incondicional que foi dado durante toda a realização do Mestrado.

A minha mãe e meus irmãos, pelo apoio e boas energias que sempre me passaram.

A Prof. Janaíde Cavalcante Rocha, pela atenção e competência durante as orientações.

Aos colegas do Laboratório VALORES da UFSC, pela amizade, companheirismo e troca de experiências.

Aos amigos que conheci durante o Mestrado, com quem dividi muitos momentos, especialmente Arq. Kelly Cristina Loureiro e Arq. Isabel Salamoni.

As Empresas Transportadoras de Resíduos da Construção Civil de Blumenau que participaram da pesquisa.

A todos os funcionários da Prefeitura Municipal de Blumenau que contribuíram no fornecimento de dados para a realização desta pesquisa, em especial, aos funcionários da Divisão de Resíduos Sólidos do SAMAE, pela atenção e permissão de acesso ao Aterro da Parada 1.

A FURB – Universidade Regional de Blumenau, pelo apoio institucional e financeiro.

A CAPES pelo apoio financeiro através da bolsa PIQDT/CAPES/ACAFE.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Estimativa da População Residente em 2002 – AMMVI	8
Tabela 1.2 - Características demográficas dos Bairros de Blumenau	9
Tabela 1.3 - Relação das principais atividades econômicas do Município de Blumenau	10
Tabela 1.4 - PIB dos Municípios da AMMVI	11
Tabela 2.1 - Composição dos RSU em Municípios pesquisados	18
Tabela 2.2 - Porcentagem de reciclagem de Resíduos da Construção Civil em países da União Européia.	20
Tabela 2.3 - Composição do Resíduo da construção civil no Município de Florianópolis/SC	22
Tabela 2.4 - Composição Gravimétrica do resíduo da construção civil de Salvador/BA.	22
Tabela 2.5 - Composição dos resíduos da construção civil em São Carlos/SP e Santo André/SP	23
Tabela 2.6 - Composição dos resíduos de construção civil em Hong Kong	23
Tabela 2.7 - Principais diretrizes, critérios e procedimentos para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil.	24
Tabela 2.8 - Exemplos de aplicação do agregado reciclado de Resíduos da Construção Civil	27
Tabela 2.9 - Proposta de organização em baias para valorização de resíduos no canteiro de obras	34
Tabela 2.10 - Proposta de organização em baias dos Resíduos da Construção Civil conforme classificação da Resolução nº 307 do CONAMA	35
Tabela 2.11 – Estimativa do resíduo da construção civil por unidade de serviço	39
Tabela 2.12 – Estimativa do resíduo da construção civil por m ² construído	40
Tabela 2.13 - Distribuição do Consumo de Brita no Brasil em 2000	50
Tabela 3.1 - Delineamento e ferramentas utilizadas para coleta de dados	58
Tabela 3.2 - Porcentagens de materiais com maior número de ocorrências, nos Resíduos da Construção Civil caracterizados em alguns Municípios Brasileiros.	63

Tabela 4.1 - Valores percentuais acumulados do INCC - Índice Nacional de Custo da Construção	70
Tabela 4.2 - Levantamento de Licenças para Construir - Período 1985 – 2002	72
Tabela 4.3 - Levantamento de Habite-se em Blumenau.	73
Tabela 4.4 - Levantamento de Licenças para construir em Blumenau.	73
Tabela 4.5 - Levantamento de Licenças para Construir em Blumenau por Bairro em 2001.	75
Tabela 4.6 - Pavimentos em Asfalto realizados em Blumenau no ano de 2001	77
Tabela 4.7 - Pavimentos em Lajota realizados em Blumenau no ano de 2001	78
Tabela 4.8 – Apresentação dos quatro programas habitacionais da Superintendência de Habitação	80
Tabela 4.9 - Obras e projetos concluídos em 2001 pela Superintendência de Habitação de Blumenau.	81
Tabela 4.10 - Obras e projetos para os anos de 2002 e 2003	81
Tabela 4.11 - Previsão de consumo de Agregados Naturais nas Obras Habitacionais da Prefeitura Municipal de Blumenau entre os anos 2001 e 2003	83
Tabela 4.12 - Quantidade de agregados naturais (areia e brita) adquiridos pela Prefeitura Municipal de Blumenau nos anos de 2000, 2001 e 2002.	83
Tabela 4.13 – Simulação entre valores pagos por agregados naturais e agregados reciclados de resíduos da construção civil.	86
Tabela 4.14 - Custos da disposição de resíduos sólidos urbanos	91
Tabela 4.15 - Composição total dos Resíduos Sólidos recebidos no Aterro da Parada 1 em 2002	92
Tabela 4.16 - Composição percentual dos Resíduos Sólidos recebidos no Aterro da Parada 1 em 2002	93
Tabela 4.17 - Característica das Empresas Transportadoras	95
Tabela 4.18 - Distribuição das coletas efetuadas em Blumenau por bairro – 2002	99
Tabela 4.19 - Geração de Resíduos de novas construções em Blumenau através da Licença para Construir no ano de 2002, utilizando índice de Pinto (1999).	100
Tabela 4.20 - Geração de Resíduos provenientes de reformas e ampliações em Blumenau no ano de 2002	101

Tabela 4.21 - Geração de Resíduos provenientes das descargas de Resíduos da Construção Civil no Aterro da Parada 1 em Blumenau no ano de 2002	101
Tabela 4.22 - Geração total de Resíduos da Construção Civil em Blumenau, utilizando índice de PINTO (1999).	102
Tabela 4.23 - Geração per capita dos Resíduos da Construção Civil em Blumenau, utilizando índice de PINTO (1999).	103
Tabela 4.24 - Geração de Resíduos de novas construções em Blumenau através da Licença para Construir no ano de 2002, através de Metodologia de Andrade et al. (1999)	103
Tabela 4.25 - Geração total de Resíduos da Construção Civil em Blumenau, utilizando o índice de 49Kg/m^2 para novas construções.	104
Tabela 4.26 - Geração per capita dos Resíduos da Construção Civil em Blumenau utilizando o índice de 49 Kg/m^2 para novas construções:	104
Tabela 4.27 - Composição total dos Resíduos da Construção analisados em volume	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Mapa da AMMVI (Associação dos Municípios do Médio Vale do Itajaí).	4
Figura 1.2 - Mapa do Município de Blumenau, mostrando a divisão dos Bairros Urbanos.	5
Figura 1.3 - Mapa de Santa Catarina, localizando o Município de Blumenau, e as principais rodovias.	6
Figura 3.1 – Fluxograma da seqüência metodológica.	56
Figura 3.2 - Esquema do quarteamento da carga de Resíduos da Construção Civil	65
Figura 3.3 – Homogeneização da carga de Resíduos da Construção Civil feita pela retro-escavadeira.	66
Figura 3.4 – Medição longitudinal para divisão inicial da carga de Resíduos da Construção Civil em duas partes	66
Figura 3.5 – Quarteamento da carga de Resíduos da Construção Civil	66
Figura 3.6 – Determinação do peso e volume do Resíduo	67
Figura 4.1 - Relação entre habite-se x licença para construir em Blumenau	74
Figura 4.2 - Evolução da área licença para construir e da população em Blumenau	74
Figura 4.3 - Distribuição por bairro do número de licenças para construir concedida em 2001.	76
Figura 4.4 – Distribuição percentual das obras de pavimentação asfáltica por Bairros em Blumenau, no ano de 2001.	77
Figura 4.5 – Distribuição percentual das obras de pavimentação em lajota por Bairros em Blumenau, no ano de 2001.	78
Figura 4.6 - Evolução do preço da areia lavada deflacionado pelo IGP-DI.	89
Figura 4.7 - Evolução do preço da brita deflacionado pelo IGP-DI.	89
Figura 4.8 - Aterro da Parada 1, no sistema de Aterro Controlado, sem tratamento.	91
Figura 4.9 - Resíduo na leira, onde ocorrerá o novo tratamento biológico	91

Figura 4.10 - Local impermeabilizado para deposição do resíduo tratado	92
Figura 4.11 - Distribuição percentual dos RSU em Blumenau – SC entre os meses de fevereiro e abril de 2002.	93
Figura 4.12 - Distribuição percentual dos RSU em Blumenau – SC entre os meses de maio e setembro de 2002.	94
Figura 4.13 - Distribuição percentual dos RSU em Blumenau – SC entre os meses de outubro e dezembro de 2002.	94
Figura 4.14 - Características dos Transportadores de resíduo da construção civil de Blumenau	95
Figura 4.15 - Características dos Transportadores de resíduo da construção civil de Blumenau	96
Figura 4.16 – Localização das Transportadoras e do Aterro da Parada 1.	97
Figura 4.17 - Distribuição das coletas efetuadas em Blumenau por bairro - 2002	99
Figura 4.18 - Composição total dos Resíduos de Blumenau em volume	106

ABREVIATURAS

AMMVI	Associação dos Municípios do Médio Vale do Itajaí
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FAEMA	Fundação Municipal do Meio Ambiente
FATMA	Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPPUB	Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Blumenau
PEA	População Economicamente Ativa
PIB	Produto Interno Bruto
PMB	Prefeitura Municipal de Blumenau
RCD	Resíduo de Construção e Demolição
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAMAE	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
SIEASC	Sindicato da Indústria de Extração de Areia do Estado de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2	JUSTIFICATIVA	2
1.3	ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU	4
1.3.1	APRESENTAÇÃO DA ÁREA	4
1.3.2	HISTÓRICO	7
1.3.3	DEMOGRAFIA	8
1.3.4	ASPECTOS ECONÔMICOS	10
1.4	OBJETIVOS	12
1.4.1	OBJETIVO GERAL	12
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.5	TERMINOLOGIAS	13
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	15
2.2	A GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS	16
2.3	COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	20
2.4	LEGISLAÇÃO EM VIGOR SOBRE O RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	23
2.5	UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO AGREGADO RECICLADO	26
2.6	PROGRAMAS DE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	28
2.7	ALTERNATIVAS PARA REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	32
2.8	METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	36

2.9	AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO USO DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL RECICLADO	44
2.10	USO DE AGREGADOS NATURAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E OS IMPACTOS DA SUA EXTRAÇÃO	45
2.10	AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	51
3	MATERIAIS E MÉTODOS	56
3.1	APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA	56
3.2	TÉCNICAS PARA COLETA DE DADOS	57
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL GERADO	59
	3.2.1 COLETA QUANTITATIVA DE DADOS	59
	3.2.2 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA (<i>composição do resíduo</i>)	62
	a) <i>Determinação amostral do entulho na caracterização qualitativa</i>	62
	b) <i>Determinação do Peso e Volume do resíduo analisado</i>	64
3.3	ANÁLISE QUANTITATIVA E ECONÔMICA DOS AGREGADOS NATURAIS	68
	□ <i>Índice de Atualização de Preços</i>	68
3.4	ANÁLISE DOS DADOS	68
4	ANÁLISES E RESULTADOS	70
4.1	A CONSTRUÇÃO CIVIL EM BLUMENAU	70
	4.1.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL E A ECONOMIA	70
	4.1.2 DADOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM BLUMENAU	71
	4.1.3 AS OBRAS PÚBLICAS DE INFRA-ESTRUTURA URBANA NO MUNICÍPIO	76
	a) <i>Obras de pavimentação</i>	76
	b) <i>Os Programas Habitacionais do Município</i>	79
4.2	O CONSUMO DE AGREGADOS NATURAIS NAS OBRAS PÚBLICAS	82
	4.2.1 OBRAS PÚBLICAS DE HABITAÇÃO	82
	4.2.2 OBRAS PÚBLICAS DE PAVIMENTAÇÃO	83

4.2.3	O CONSUMO DE AREIA	86
4.3	ANÁLISE DA VARIAÇÃO DOS PREÇOS DE INSUMOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	88
a)	Análise do preço da areia lavada	88
b)	Análise do preço da brita	89
4.4	OS RESÍDUOS SÓLIDOS EM BLUMENAU	90
4.4.1	GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	90
4.5	AS EMPRESAS TRANSPORTADORAS DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	95
4.6	CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA	100
4.7	CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA	104
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	108
5.1	CONCLUSÕES	108
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	111
	BIBLIOGRAFIA	112
	APÊNDICE A	119
	ANEXOS	122

RESUMO

A pesquisa tem como principal objetivo, diagnosticar a geração e composição de Resíduos da Construção Civil, provenientes da construção, demolição e reforma, no Município de Blumenau – SC. A pesquisa gerou dados que permitiram identificar o resíduo da construção civil mais freqüente, sendo a cerâmica com argamassa, o resíduo mais encontrado (30,19%), e o bairro da Velha, o bairro de Blumenau que apresenta a maior geração de resíduos da Construção Civil. Foi também realizado um levantamento dos agregados naturais (areia e brita) utilizados nas obras públicas de urbanização realizadas no município, identificando suas procedências, a questão ambiental relacionada à sua extração e a quantidade deste material gasta pela Prefeitura em suas obras de infra-estrutura. Este levantamento ofereceu subsídios a uma análise sobre o potencial de substituição dos materiais convencionais (areia e brita) pelos agregados reciclados de resíduos da construção civil, nas obras públicas de urbanização, como também em obras de interesse social, alternativa viável e promissora, já adotada por muitas Prefeituras Brasileiras, conforme apresentado na Revisão Bibliográfica realizada. Os resultados obtidos permitem uma contribuição para a redução dos impactos ambientais causados pelos materiais de construção subaproveitados ao final de sua vida útil e redução de custos nas obras públicas.

PALAVRAS-CHAVE: resíduo da construção civil, reciclagem, obras públicas, caracterização.

ABSTRACT

The research has as main objective, to diagnose the generation and composition of Residues of the Building site, coming from the construction, demolition and repair, in the Municipal district of Blumenau - SC. The research generated data that allowed to identify the residue of the most frequent building site, being the ceramic with mortar, the most found residue (30,19%), and the neighborhood of the Velha, the place in Blumenau that presents the largest generation of residues of the Building site. It was also accomplished a survey of the natural aggregated products (sand and stones) used in the urbanization public work accomplished in the municipal district, identifying their origins, the environmental issues related to the extraction and the amount of this material spent by the City Hall in the infrastructure work. This survey offered subsidies to an analysis substitution potential of the conventional materials (sand and stones) for the recycled aggregated products of the building site residues, in the urbanization public work, as well as social interest work, viable and promising alternative, already adopted for many Brazilian City halls, as presented in the accomplished Bibliographical Revision. The obtained results allow a contribution for the reduction of the environmental impacts caused by the materials of construction underused at the end of their useful life and reduction of costs in the public work.

KEYWORDS: residue of the building site, recycling, public work, characterization.

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A crescente urbanização dos grandes centros traz consigo problemas ambientais, como a grande quantidade de resíduos da construção civil gerados diariamente. Pesquisas apresentam dados de que o volume gerado destes resíduos é, na maioria das vezes, aproximadamente o dobro do volume dos resíduos domiciliares gerados.

Em pesquisa realizada em seis municípios brasileiros, Pinto (1999) registrou que o volume de resíduos da construção civil corresponde em média a 62% do total de todos os resíduos gerados nestes municípios. Estas pesquisas demonstram a necessidade de se avaliar as especificidades da sua geração, pois o Resíduo da Construção Civil é bastante heterogêneo, e possui características próprias do local onde foi gerado. Assim, busca-se uma discussão mais ampla sobre o aproveitamento do Resíduo da Construção Civil como agregado reciclado, pois o uso deste Resíduo é bastante viável, conforme avaliam Cassa et al. (2001), tecnicamente, pela simplicidade operacional e grande aplicabilidade, e economicamente, já que os investimentos para implantação de um programa de reciclagem de Resíduo da Construção Civil são relativamente pequenos.

Busca-se também um outro indicador, o ambiental, que apresente dados sobre os impactos ambientais causados pela extração de agregados naturais e, principalmente, como o Resíduo da Construção Civil, com várias propriedades positivas, está sendo sub aproveitado, descartado, mesmo apresentando uma grande parcela mineral, totalmente passível de utilização, atóxica e tecnologicamente viável.

(JOHN, 2001) comenta:

Nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte, passe por profundas transformações. A cadeia produtiva da construção civil, apresenta importantes impactos ambientais em todas as etapas de seu processo: extração de matérias primas, produção de materiais, construção, uso e demolição. Qualquer sociedade seriamente preocupada com esta questão deve colocar o aperfeiçoamento da construção civil como prioridade.

Diante deste contexto, diagnostica-se a composição e quantidade de resíduos gerados pela construção civil no Município de Blumenau, e o consumo de agregados naturais (areia e brita), utilizados nas obras públicas de infra-estrutura urbana do Município. Estes dados permitiram comparar a viabilidade de utilização do Resíduo da Construção Civil, na forma de agregado reciclado, em substituição total ou parcial aos agregados naturais utilizados nas obras públicas pela Prefeitura Municipal de Blumenau.

A pesquisa trás em seu bojo, a preservação dos recursos naturais, em contraposição aos impactos ambientais causados pela extração dos agregados naturais, como também a viabilidade econômica da reciclagem destes resíduos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Blumenau é o município sede da AMMVI (Associação de Municípios do Médio Vale do Itajaí), microrregião que junto a outras duas, formam a rede urbana do Vale do Itajaí. É no Médio Vale que se localiza o setor industrial mais importante e dinâmico de todo o Vale, com a maior concentração populacional urbana, liderada pelo município de Blumenau com 261.808 habitantes (IBGE, Censo 2000).

Segundo Franco (2000), o Vale do Itajaí constitui-se hoje numa das mais promissoras regiões industrializadas do país, graças às novas fronteiras econômicas que ora se abrem no mercado global. Seu parque industrial começa a se diversificar com muita rapidez, destacando-se como um pólo de novos empregos.

Isso faz com que o município necessite de obras de urbanização e habitações que atendam a este crescimento. Um Planejamento Urbano que não pode deixar de lado o Planejamento Ambiental.

Para atender esta demanda, a Prefeitura Municipal de Blumenau possui um programa habitacional, coordenado pela Superintendência de Habitação, responsável pelo desenvolvimento de projetos, incentivos a produção de unidades habitacionais, urbanização e recuperação de áreas ocupadas. A meta da Superintendência visa atender ao déficit habitacional existente, realizando principalmente obras de reestruturação de áreas já ocupadas, sem precisar deslocar as famílias, o que demanda muitas obras de urbanização. Dentro deste contexto, a presente pesquisa

visa contribuir na avaliação da viabilização de materiais de construção a custos inferiores aos existentes, sem abrir mão da garantia de qualidade dos materiais originalmente utilizados.

Também existem, através da Secretaria de Obras, obras de urbanização como pavimentações asfáltica, lajotas, macadamização de vias não pavimentadas e também calçadas. No caso apenas das pavimentações de lajotas, a Prefeitura gasta 60% do total da obra em drenagem, preparação do leito da rua, meio fio e areia, etapas onde o uso do agregado reciclado de Resíduo da Construção Civil mostra-se bastante viável.

Nas obras de pavimentação em lajotas, a Prefeitura Municipal trabalha pelo sistema de mutirão, através do Orçamento Participativo, onde a comunidade escolhe suas prioridades e assume junto à Prefeitura uma parcela do valor da obra. Por este motivo, métodos que diminuam o valor final das obras são sempre almejados, tanto pela comunidade, como pelos órgãos públicos.

Outro problema encontrado é que, a bacia do Itajaí da qual Blumenau faz parte, sofre com a extração de areia para a construção civil, onde o volume extraído é superior a produção de sedimentos pela erosão natural na bacia hidrográfica e no leito fluvial. Esta situação, de extração superior à capacidade de reposição, cria um desequilíbrio ao sistema fluvial, que pode desencadear instabilidades à montante dos pontos de extração, conclui Pinheiro et al. (2000), mostrando que a extração, em alguns pontos, é feita de forma contrária a práticas de sustentabilidade.

A reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, seja atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor, ou reduzindo os custos. O processo de pesquisa e desenvolvimento de novos materiais reciclados precisa ser feito de forma cautelosa e criteriosa para garantir o sucesso destes produtos no mercado, (ANGULO et. al.,2001).

Além de todas as vantagens ambientais e econômicas, conferidas a reciclagem na construção civil, a reciclagem do Resíduo da Construção Civil ganha um destaque dentro do cenário da administração pública, pois seu aproveitamento ameniza o problema de local para descartes, cria uma gestão diferenciada, deixando de ser corretiva, ganhando destaque dentro da gestão ambiental e econômica (PINTO, 2001). Segundo o autor, também gera uma poupança de recursos econômicos e naturais não-renováveis, em decorrência ainda afloram possibilidades de novos

negócios, que permitirão, pela introdução de novos atores, uma aproximação de um “sistema de ciclo fechado” para os materiais de construção.

Assim, com o desenvolvimento de pesquisas sobre o potencial de reaproveitamento de resíduo da construção civil como agregado reciclado no meio científico, surgiu a proposta de, principalmente, determinar a viabilidade da reciclagem destes resíduos para utilização nas obras públicas de Blumenau.

1.3 ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU

1.3.1 APRESENTAÇÃO DA ÁREA

O Município de Blumenau está localizado no Vale do Itajaí, na Bacia do Itajaí-Açú, situado na parte nordeste da costa do estado de Santa Catarina. Pela sua localização, população e equipamentos, Blumenau é a principal cidade da região.

O Vale do Itajaí possui três microrregiões: Alto, Médio e Baixo Vale, que abrigam o maior índice populacional do Estado. Nesta regionalização Blumenau faz parte do Médio Vale do Itajaí, que abriga 14 municípios, denominados AMMVI (Associação de Municípios do Médio Vale do Itajaí), formada por: Apiúna, Ascurra, Benedito Novo, Blumenau, Botuverá, Brusque, Dr. Pedrinho, Gaspar, Guabiruba, Indaial, Pomerode, Rio dos Cedros, Rodeio e Timbó, com sede em Blumenau (Figura 1.1).

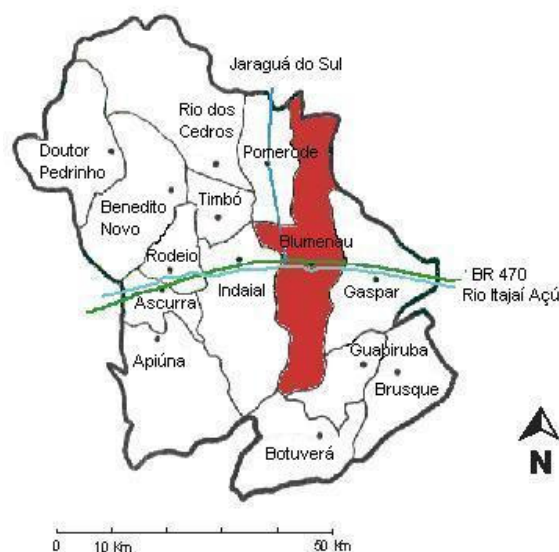


Figura 1.1 - Mapa da AMMVI (Associação dos Municípios do Médio Vale do Itajaí).

Blumenau tem como limites os seguintes municípios: Ao Norte: Jaraguá do Sul e Massaranduba; ao Sul: Guabiruba, Botuverá e Indaial; ao Leste: Luís Alves e Gaspar; a Oeste: Indaial, Timbó e Pomerode.

Blumenau possui 30 bairros, conforme Figura 1.2, as regiões que estão em maior desenvolvimento são a Oeste e Norte, principalmente o Bairro da Velha, Itoupavas, Badenfurt e Passo Manso. Segundo o IPPUB, pode ser devido ao relevo da Região Sul, acidentado e ladeado de morros, onde as populações dos bairros do Garcia, Progresso e Vorstadt são constantemente vítimas de enxurradas, existindo assim, um estímulo para ocupação de locais com maior perspectiva de crescimento, como as regiões da Velha e as Itoupavas.

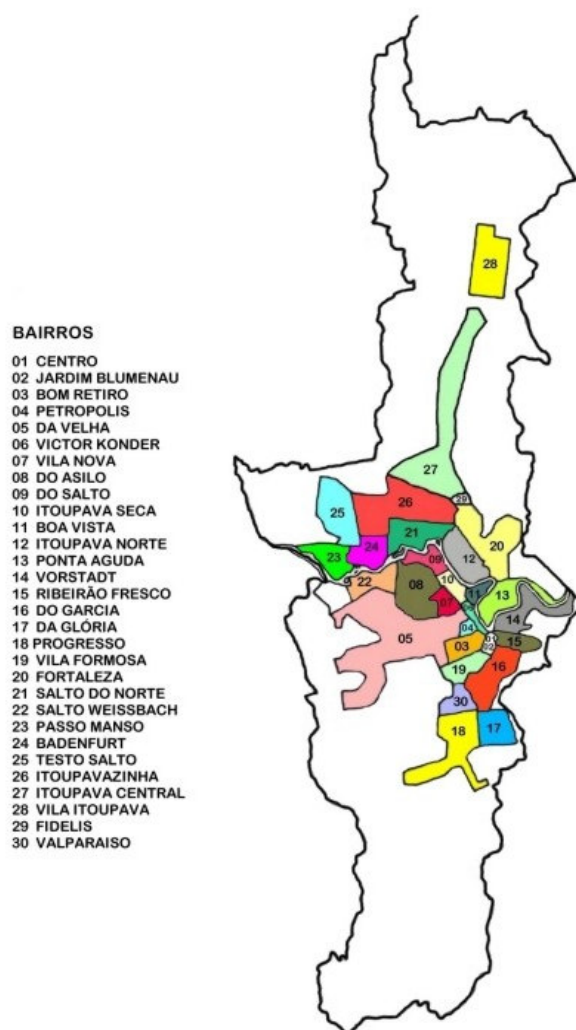


Figura 1.2 - Mapa do Município de Blumenau, mostrando a divisão dos Bairros Urbanos.

Outro fator que impulsiona o desenvolvimento para a região Norte, além de possuir áreas livres de enchente, é a proximidade com as rodovias, o que levou a instalação de várias indústrias nesta Região, um grande atrativo para o crescimento populacional.

O Município possui: Latitude: 26° 55' 26"; Longitude: 49° 03' 22"; Altitude: 14 metros acima do nível do mar.

Possui área total de 531 Km² sendo:

- Área Urbana: 192,0 km² (36,16%); Área Rural: 339 Km² (63,84%).

O clima de Blumenau é quente e chuvoso, não havendo uma estação caracterizada como seca. A altitude média é de 14 m e ventos médios sopram do quadrante leste. No verão, a falta de ventilação, a umidade e o calor causam grande desconforto ambiental.

A BR-470 é o principal eixo rodoviário no Vale do Itajaí, passa pelo Município de Blumenau, levando tanto ao litoral como ao Planalto. Também passa pelo Vale, a 45 Km de Blumenau, a BR-101, que liga o Vale a todo o país, para o norte, Joinville e Curitiba, e ao Sul, Florianópolis e Porto Alegre.

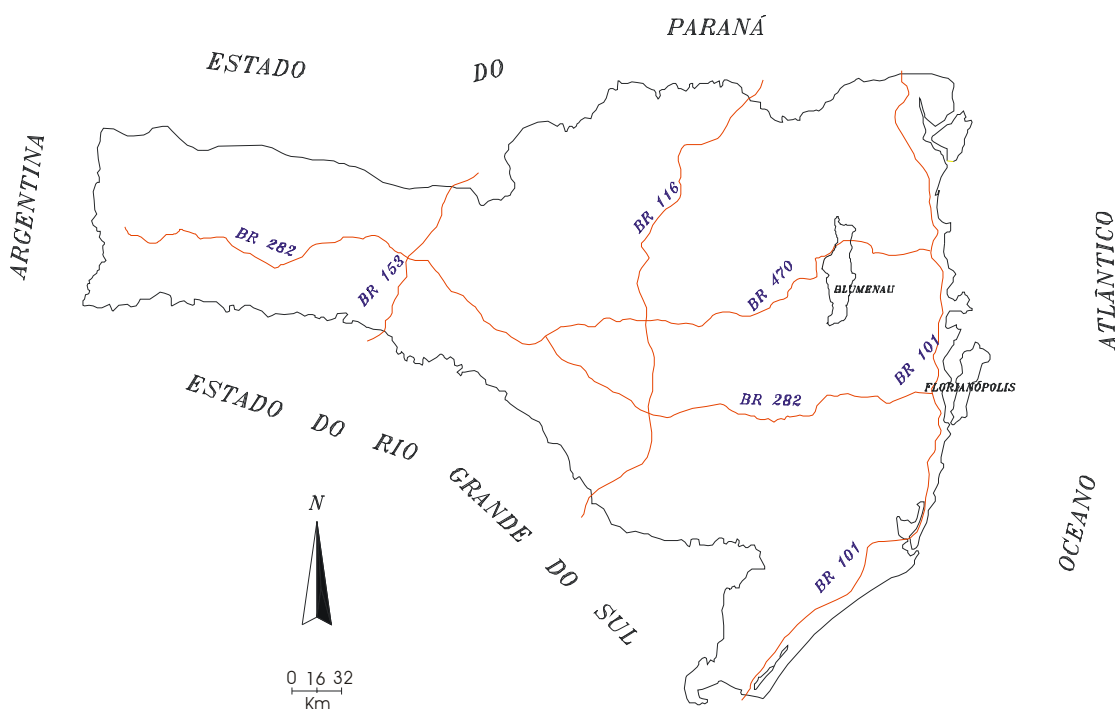


Figura 1.3 - Mapa de Santa Catarina, localizando o Município de Blumenau, e as principais rodovias.

1.3.2 HISTÓRICO

O Município de Blumenau foi fundado em 02 de setembro de 1850, pelo médico-farmacêutico e filósofo alemão, Dr. Hermann Bruno Otto Blumenau, que obteve do governo Provincial uma área de terras para nela estabelecer uma colônia agrícola, com imigrantes europeus.

Devido à colonização alemã, a microrregião de Blumenau possui costumes e tradições semelhantes. Inicialmente colonizada por alemães, seguido de italianos e poloneses, com uma corrente recente de habitantes do Vale do Rio Tijucas, a microrregião incorporou principalmente a cultura alemã e italiana.

Em 1934 o Município compreendia uma área de 10.610 Km². A política de nacionalização do governo federal na época, desconfiada de tão grande concentração de imigrantes alemães, impôs um processo de descentralização. Em apenas seis anos, a cidade pólo já era reduzida praticamente ao tamanho atual, que hoje tem 531 Km², desses desmembramentos resultaram 31 novos Municípios. A vinda de colonizadores alemães, com experiência como operários em Indústrias, trouxe a colônia a implantação de várias Indústrias, principalmente têxtil, metalúrgica, de cristais, que hoje ainda é a principal atividade econômica do Município.

Os primeiros colonizadores de Blumenau estabeleceram-se na margem direita do rio Itajaí-Açú, nas proximidades do encontro deste com o Ribeirão Garcia. Progressivamente, o território urbano foi ocupado com a população deslocando-se em direção a montante dos ribeirões Garcia, da Velha e depois a do Itoupava. Nas últimas décadas, o município de Blumenau experimentou profundas alterações na sua composição populacional, resultado de um intenso processo de migrações internas e externas, caracterizada por deslocamentos do campo em direção a cidade, impulsionada pelo crescimento e atratividade da cidade.

1.3.3 DEMOGRAFIA

Segundo dados do IBGE, o Censo de 2000 mostra que Blumenau possui: População: **261.808 habitantes**, dos quais: 92,41% residem na área urbana: (241.943 habitantes) e 7,59% residem na área Rural: (19.865 habitantes);

O Município possui 61,68% da População em Idade Ativa: (161.480 habitantes), e 59,29% da População economicamente Ativa: (139.519 habitantes).

Os municípios do Médio Vale possuem 10,16% da população total do Estado, distribuídos na Tabela 1.1, em uma estimativa de dados para 2002:

Tabela 1.1 - Estimativa da População Residente em 2002 – AMMVI

Municípios	População	AMMVI (%)
Blumenau	272.283	48,50
Brusque	79.815	14,22
Gaspar	48.686	8,67
Indaial	42.306	7,54
Timbó	30.526	5,44
Pomerode	22.833	4,07
Guabiruba	13.622	2,43
Rodeio	10.592	1,89
Benedito Novo	9.215	1,64
Rio dos Cedros	9.001	1,60
Apiúna	8.686	1,55
Ascurra	7.096	1,26
Botuverá	3.693	0,66
Doutor Pedrinho	3.100	0,55
Total da AMMVI	561.454	
Total do Estado de SC	5.527.707	

Fonte: IBGE, 2002.

A população rural de Blumenau vem diminuindo nas últimas décadas, transformando-se em apenas 7,59% da população. Isto pode ser melhor observado no bairro da Velha, que há poucas décadas era uma imensa área agrícola povoada por poucos agricultores e, com a progressiva instalação de grandes indústrias, atraiu novos

moradores. As características demográficas dos bairros de Blumenau são apresentadas na Tabela 1.2:

Tabela 1.2 - Características demográficas dos Bairros de Blumenau

BAIRROS DE BLUMENAU	POPULAÇÃO TOTAL	ÁREA (Km²)	DENSIDADE (hab/Km²)	NÚMERO DE DOMICÍLIOS
Asilo	11.523	6.7	1.720	3.254
Badenfurt	4.236	4.1	1.033	1.251
Boa Vista	2.202	1.4	1.573	707
Bom Retiro	1.096	2.5	438	355
Centro	1.612	0.9	1.791	653
Fidelis	8.901	0.5	17.802	2.448
Fortaleza	10.272	8.8	1.167	6.463
Garcia	14.708	6.8	2.163	4.695
Glória	5.531	3.9	1.418	1.686
Itoupava Central	12.561	16.4	766	5.064
Itoupava Norte	14.692	7.3	2.013	4.508
Itoupava Seca	4.187	1.9	2.204	1.355
Itoupavazinha	15.759	10.5	1.501	4.353
Jardim Blumenau	1.161	0.3	3.870	387
Passo Manso	2.599	6.5	400	738
Petrópolis	843	0.5	1.686	277
Ponta Aguda	9.187	6.7	1.371	2.813
Progresso	12.579	9.4	1.338	3.676
Ribeirão Fresco	1.176	2.0	588	2.189
Salto	3.702	2.2	1.683	1.051
Salto Norte	6.592	5.8	1.137	2.022
Salto Weissbach	2.598	4.0	649	773
Testo Salto	5.204	6.4	813	1.478
Valparaíso	4.841	2.6	1.862	1.464
Velha	31.591	21.9	1.443	12.988
Victor Konder	2.421	0.4	6.052	957
Vila Formosa	1.219	2.9	420	372
Vila Itoupava	1.384	7.0	198	406
Vila Nova	6.616	1.8	3.676	2.164
Vorstadt	4.770	3.9	1.223	1.362

Fonte: IBGE, 2000.

Conforme apresentado na Tabela 1.2, a Velha é o Bairro com maior número de habitantes, entretanto como também possui a maior área do Município, não possui uma grande densidade demográfica.

Segundo dados da Prefeitura Municipal, além da região do bairro da Velha, o Município tende a se desenvolver também para o Norte, entre os ribeirões Itoupava e Testo, onde o terreno é menos acidentado e livre de enxurradas, e para Oeste, em torno da Rodovia BR-470.

1.3.4 ASPECTOS ECONÔMICOS

Principais Atividades Econômicas, segundo dados da Prefeitura Municipal são: a Indústria, o Comércio e o Turismo.

A Tabela 1.3 apresenta a relação das principais atividades econômicas do Município, pela ordem de destaque, apresentando também a quantidade e o número de funcionários de cada atividade.

Segundo dados da Prefeitura Municipal, a esperança de vida da população é de 72 anos. O índice de Índice de mortalidade Infantil é de 2,22%. O Município possui 79,7% de seus habitantes acima do nível de pobreza.

Como infra-estrutura, 98% das residências possuem água pela rede de abastecimento público e 95,3% das residências possuem eletricidade.

Tabela 1.3 - Relação das principais atividades econômicas do Município de Blumenau

ATIVIDADE	QUANTIDADE	Nº EMPREGADOS
Indústria	2.712	38.463
Comércio	7.507	39.062
Serviços	8.267	57.681
Autônomos	11.501	-
Agricultura	2.380	6.600

Fonte: Prefeitura Municipal de Blumenau (2002)

O Produto Interno Bruto, PIB, é calculado em três ângulos convencionais: o da produção, o da renda e o do dispêndio, que traduzem a vida econômica do Município.

Neste caso, os dados não medem a qualidade de vida e o bem estar da população. São aqui apresentados apenas para demonstrar o bom desenvolvimento econômico do Município dentro do contexto estadual.

A seguir, a Tabela 1.4 apresenta o PIB per capita de todos os Municípios que compõe a AMMVI, Associação de Municípios da qual Blumenau faz parte.

Tabela 1.4 - PIB dos Municípios da AMMVI

LUGAR SC	MUNICÍPIOS	PRODUTO INTERNO BRUTO GLOBAL	POPULAÇÃO CENSO 2000	PIB PER CAPITA
		R\$1,00	hab	R\$ 1,00/hab
-	MELHOR VALOR (MÉDIA SC)	-	-	7.381
1	BLUMENAU	3.561.545.250	261.505	13.604
3	BRUSQUE	985.007.223	75.971	12.966
16	RIO DOS CEDROS	89.731.649	8.925	10.054
29	TIMBO	260.301.951	29.360	8.866
31	POMERODE	195.320.110	22.089	8.842
46	INDAIAL	315.101.515	40.163	7.846
56	APIUNA	63.358.973	8.508	7.447
61	GASPAR	335.779.786	46.381	7.240
70	BOTUVERA	25.674.957	3.754	6.839
98	ASCURRA	43.973.673	6.937	6.339
116	GUABIRUBA	77.312.399	12.986	5.954
133	RODEIO	59.143.751	10.376	5.700
152	DOUTOR PEDRINHO	16.815.790	3.055	5.504
220	BENEDITO NOVO	41.620.102	9.078	4.585

Fonte: IBGE, 2000.

A Tabela 1.4 mostra que 50% dos Municípios que compõem esta região estão com o PIB acima da média estadual.

Este desenvolvimento regional faz com que esta Região seja hoje uma das mais promissoras industrializadas do país.

Mas é o terciário o setor econômico do município de Blumenau que mais empregos oferece, empregando cerca de 57% da População Economicamente Ativa (PEA), que é de aproximadamente 139.519 pessoas, (IBGE, 2000).

O setor secundário também é de grande importância na geração de emprego para o blumenauense, representando uma fatia de 36% da PEA. A atividade têxtil é o carro chefe do setor, e possibilita a entrada de recursos estrangeiros, oriundos da exportação. A indústria têxtil corresponde por 70% da arrecadação tributária do município. Os principais produtos de Blumenau são os artigos de cama, mesa e banho, bem como as malhas, porcelanas, e também os cristais, vendidos no Brasil e no exterior. O setor primário abrange apenas 7% da PEA.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GERAL

Diagnosticar a geração dos Resíduos da Construção Civil e a demanda de agregados naturais utilizados em obras públicas no município de Blumenau - SC, visando avaliar o potencial de uso deste resíduo como agregado reciclado, em substituição total ou parcial ao natural, em obras de urbanização do Município.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a geração de Resíduo da Construção Civil no município de Blumenau, pela quantidade e composição;
- Apontar os locais geradores e os materiais desperdiçados;
- Identificar procedimentos e ferramentas de gestão que promovam a diminuição da disposição final do Resíduo da Construção Civil sem aproveitar seu potencial, buscando meios para utilização destes resíduos na produção de agregado reciclado;
- Pesquisar a origem e custos dos agregados utilizados atualmente nas obras de urbanização do município (pavimentações, calçadas, meio fio);
- Comparar as vantagens ambientais e econômicas do uso do agregado reciclado em relação ao convencional;
- Apresentar dados que possam auxiliar na aquisição de matérias primas mais baratas para uso em obras públicas e habitação de interesse social.

1.5 TERMINOLOGIAS

Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção e demolição que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infra-estrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

Geradores: são pessoas, físicas e jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que geram os Resíduos de Construção e Demolição;

Gerenciamento de Resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduo, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

Transportadores: são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;

Fonte: Resolução nº 307 do CONAMA

Gestão Corretiva: Conjunto de atividades desenvolvidas para a superação dos problemas provocados por deposições irregulares de resíduos predominantemente não domiciliares e pelo rápido esgotamento das áreas de aterramento; caracteriza-se por ações não preventivas e de elevado custo.

Fonte: (PINTO, 1999)

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em cinco Capítulos, assim dividido:

O **Capítulo 1** compreende as considerações iniciais da Pesquisa, a problematização e justificativa que motivaram seu desenvolvimento, os objetivos, as hipóteses, as terminologias utilizadas e a estrutura do trabalho.

No **Capítulo 2** é apresentada a Revisão Bibliográfica realizada, que engloba: a definição de Resíduos de Construção Civil; apresenta dados sobre a Geração de Resíduos de Construção Civil e os impactos causados; exemplos de composição de Resíduos de Construção Civil; a Legislação em vigor; exemplos da utilização de Resíduos de Construção Civil como agregados reciclados; modelos de reaproveitamento de Resíduos de Construção Civil; alternativas para redução da geração de Resíduos de Construção Civil; as metodologias utilizadas para caracterização quantitativa e qualitativa dos Resíduos de Construção Civil; a avaliação econômica do uso dos Resíduos de Construção Civil reciclado; o uso de agregados naturais na construção civil e os impactos causados pela sua extração e a avaliação econômica da construção civil.

O **Capítulo 3** apresenta a Metodologia seguida para realização pesquisa.

No **Capítulo 4** são apresentados e discutidos todos os dados coletados e resultados alcançados durante a Pesquisa, principalmente a geração de Resíduo da Construção Civil em Blumenau e sua composição.

O **Capítulo 5** apresenta as conclusões alcançadas e sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os Resíduos da Construção Civil são gerados durante as obras de construção, reforma ou demolição de edifícios residências ou não residenciais, ou ainda de obras públicas como pavimentações de estradas, calçadas, pontes, represas, entre outras.

A Resolução do CONAMA nº 307 (Anexo 1), que estabelece critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, define assim Resíduos da Construção Civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de *resíduo da construção civil de obras, calça ou metralha*.

Para que seja dado ao resíduo um destino final adequado, é importante que os resíduos, além de definidos, sejam classificados conforme suas propriedades, principalmente pela periculosidade. Visando uma destinação final adequada aos resíduos da construção, e considerando a parcela reciclável do resíduo da construção e sua periculosidade, a Resolução nº 307 classifica os resíduos em 04 classes:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

- II - Classe B** - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- III - Classe C** - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
- IV - Classe D** - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Uma classificação importante desta Resolução é a incorporação dos resíduos perigosos como Resíduos da Construção Civil, onde o gerador tem a responsabilidade de dar um destino final adequado a este resíduo. Outro exemplo, apresentado por Chen et al. (2002), mostra que em Hong Kong os resíduos também são separados pela periculosidade, mas ficam excluídos da definição de Resíduos da Construção Civil os materiais perigosos, mesmo que estes sejam gerados durante atividades da construção civil.

2.2 A GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS

O resíduo da construção civil, quando descartado sem o aproveitamento total de sua potencialidade, como define Dijkema et al. (2000), desperdiçado, causa problemas, como: a falta de espaço disponível para seu descarte em aterros sanitários e a extração desnecessária de recursos naturais que podem ser substituídos por estes resíduos.

A construção civil é considerada uma das atividades que mais geram resíduos e alteram o meio ambiente, em todas as suas fases, desde a extração de matérias-

primas até o final da vida útil do edifício, como destaca Cassa et al. (2001). As alterações do meio ambiente ocorrem na fase de implantação da obra, na execução de serviços, na confecção de materiais empregados no processo construtivo e durante a limpeza da obra. Além disso, ocorre a geração de resíduos em toda a vida útil da construção, ou seja, durante a execução, manutenção, reforma, desocupação e demolição.

O descarte clandestino desses materiais é um dos fatores mais negativos da geração de Resíduos da Construção Civil, pois comprometem a qualidade ambiental dos espaços urbanos.

Pinto (2001) comenta que em locais onde inexista a solução de captação dos resíduos de construção, uma grande parcela dos geradores buscará locais próximos à obra para sua deposição, e em alguns casos, estas áreas acabam se firmando como sorvedouros destes resíduos, atraindo também outros tipos de resíduos não inertes, além de comprometimento da paisagem, do tráfego de pedestres e veículos e da drenagem urbana, multiplicação de vetores de doenças e outros efeitos. Como consequência, complementa o autor, cria-se assim um ciclo vicioso, onde é criada uma rotina de descarte dos resíduos em áreas ilegais e posterior intervenção da Prefeitura na limpeza da área, configurando uma Gestão Corretiva que, em longo prazo torna-se mais cara que a implantação de uma Gestão Diferenciada, que seria a criação de locais próprios para recebimento do resíduo da construção civil e uma usina de reciclagem, com posterior beneficiamento para reutilização como agregado reciclado.

Uma pesquisa nacional, realizada em 16 Universidades brasileiras, promovidas pelo ITQC - Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil, financiada pelo FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos, 99 canteiros de obras em vários estados brasileiros foram analisados, conforme apresentado por Andrade et al. (1999), determinou um indicador de resíduo da construção civil gerado por m² em 49,58 Kg/m² construído, apenas para obras de construção. Na pesquisa foi considerado que a massa do edifício é igual a 1000 Kg/m², portanto, o resíduo da

construção civil gerado, considerando os valores medianos de perdas obtidos na pesquisa, representam, aproximadamente 5,0% da massa do edifício.

Já Pinto (1999), com dados da análise dos Resíduos da Construção Civil gerado em seis Municípios brasileiros, estima que a massa de edificações, executadas por processos convencionais tenha 1.200 Kg/m^2 , destes, 25% (300 Kg/m^2) representam a perda média do material no canteiro de obras, desta perda 50% sai na forma de resíduo da construção civil, 150 Kg por m^2 construído, que são removidos durante o transcorrer da obra, ou seja, 12,5% da massa do edifício. O fato de o índice ser bem maior que o apresentado por Andrade et al (1999) justifica-se, porque nesta pesquisa Pinto (1999) incorpora também os resíduos de reformas e demolições.

Pesquisas já desenvolvidas em municípios brasileiros, Pinto (1999); Cassa et al. (2001), mostram que a grande quantidade de Resíduo da construção civil gerado, pela sua massa e volume, configura um grande problema urbano, principalmente de local para deposição. Na Tabela 2.1, são apresentados dados sobre a composição dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e os Resíduos da Construção Civil em alguns Municípios brasileiros, com a geração per capita.

Tabela 2.1 - Composição dos RSU em Municípios pesquisados

MUNICÍPIOS	Resíduos da Construção Civil (%)	Resíduos Domiciliares (%)	Outros (%)	Taxa de Geração de Resíduos da Construção Civil (t/hab/ano)	Taxa de Geração de Resíduos da Construção Civil (Kg/hab/dia)
¹ Santo André /SP	54	36	10	0,51	1,40
¹ São José do R. Preto / SP	58	25	17	0,66	1,83
¹ São José dos Campos/ SP	67	26	7	0,47	1,29
¹ Ribeirão Preto / SP	70	17	13	0,71	1,95
¹ Jundiaí / SP	62	27	11	0,76	2,08
¹ Vitória da Conquista / BA	61	25	14	0,40	1,10
² Salvador / BA	49	46,04	4	0,23	0,63

(1) Pinto (2001)

(2) Cassa, et al (2001)

As soluções para o destino correto dos Resíduos da Construção Civil e, a manutenção dos recursos naturais é buscada hoje não só por cidades brasileiras, mas em várias cidades do mundo.

Na cidade de Ancara (Turquia), ocorrem muitas demolições de prédios antigos, até históricos, para construção de prédios novos, gerando uma grande quantidade de resíduos de demolição. Elias-Ozkan (2001), realizou então uma pesquisa onde foram coletados dados sobre a geração de resíduo da construção civil na cidade. Os dados foram analisados com o objetivo de estimar a quantidade de resíduo da construção civil despejado anualmente dentro da cidade, com autorização prévia. O estudo revelou que, pela ausência de um mecanismo apropriado de controle, estava sendo depositado mais resíduo da construção civil que o previsto, e em alguns casos fora de Aterros licenciados. Frente a esta problemática, a autora propôs um modelo beneficiando os governos locais, para controle da eliminação arbitrária deste resíduo da construção civil. Além da proposta de controle de disposição dos Resíduos da Construção Civil, a autora também considerou essencial a implantação de locais de reciclagem, na forma de usinas, com a finalidade de produzir o agregado para os componentes de concreto não-estrutural utilizado em obras de infra-estrutura urbana.

Em 1998, a cidade de San Jose, na Califórnia (EUA) gerenciou um estudo de composição desperdício para determinar que materiais ainda estavam entrando em aterros sanitários em sua jurisdição. Constatou-se que os resíduos de construção e demolição (C&D) constituíam a porcentagem maior (31%), seguido por orgânicos (24%) e papel (22%) (GOLDSTEIN, 2002b).

Chen et al (2002) complementam que em Hong Kong, no ano de 1998 os Resíduos da Construção Civil representavam 42% do total de resíduos que entravam nos aterros diariamente, já em 1999 passou para 44%. Segundo os autores estes números representam um índice muito alto se comparados com cidades de outros países avançados, como no Estado de Iowa nos Estados Unidos, onde os Resíduos da Construção Civil compõem apenas 12% dos resíduos recebidos no Aterro Sanitário.

O Warmer Bulletin, publicado pela Revista Bio Cycle em outubro de 1999, apresentou várias informações sobre a geração de Resíduos da Construção Civil no Reino Unido e outros países da Europa. No Reino Unido são gerados 180 milhões de toneladas de Resíduos da Construção Civil para 370 milhões de habitantes, sendo que apenas 25% deste total é reciclado, uma geração per capita de 0,49 t/hab. Na Inglaterra os Resíduos da Construção Civil correspondem a mais de 1/4 de todos os resíduos gerados, em torno de 70 milhões/t por ano. Na Europa, os Países Baixos são os que mais reciclam, chegando a uma porcentagem de reutilização de até 90% destes materiais. Já países como Espanha, Portugal, Grécia e Irlanda, a política está voltada para aterros e incinerações.

Na Tabela 2.2 são apresentados dados sobre a porcentagem de reciclagem de Resíduos da Construção Civil em países sócios da UE - União Europeia:

Tabela 2.2 - Porcentagem de reciclagem de Resíduos da Construção Civil em países da União Europeia.

PAIS	Quantidade de Resíduo da Construção Civil reciclado (%)
Alemanha	17
Reino Unido	45
França	15
Itália	9
Espanha	Menos que 5
Países Baixos	90
Bélgica	87
Austrália	41
Portugal	Menos que 5
Dinamarca	81
Grécia	Menos que 5
Suécia	21
Finlândia	45
Irlanda	Menos que 5
Luxemburgo	Não disponível

Fonte: Warmer Bulletin, Bio Cycle (1999)

2.3 COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A composição dos resíduos da construção civil é bastante variável, dependendo principalmente do local onde foi gerado e da tecnologia de construção empregada.

O Resíduo da construção civil caracterizado no Município de Florianópolis-SC por XAVIER (2001) mostraram a seguinte composição, conforme Tabela 2.3:

Tabela 2.3 - Composição do Resíduo da construção civil no Município de Florianópolis/SC

COMPONENTES	VOLUME (%)	PESO (%)
Misto 2 (fragmentos que não foi possível separar manualmente)	21,77	31,56
Argamassa	17,15	17,32
Misto 1 (cerâmica vermelha com argamassa aderida)	13,77	11,86
Concreto e argamassa	11,34	10,26
Cerâmica vermelha	11,01	7,95
Cerâmica branca	9,72	7,13
Concreto	7,80	9,69
Madeira	3,72	1,21
Concreto com areia	1,39	1,68
Telha de cimento amianto	0,47	0,22
Areia	0,45	0,74
Argamassa de assentamento de piso	0,10	0,07
Mármore	0,02	0,02
Ferro	0,02	0,01
Outros	1,28	0,29

Fonte: Xavier (2001)

Em Salvador/BA a caracterização do resíduo da construção civil foi realizada por CARNEIRO et al (2001), tendo como objetivo a produção de agregado reciclado. A composição obtida encontra-se na Tabela 2.4:

Tabela 2.4 - Composição Gravimétrica do resíduo da construção civil de Salvador/BA.

COMPONENTE	MATERIAL ENCONTRADO (%)
Concreto e argamassa	53
Solo e areia	21
Cerâmica vermelha	12
Madeira de construção	4
Rochas	4
Cerâmica branca	3
Outros	3

Fonte: Carneiro et al (2001)

Pinto (1999), pesquisou a composição dos Resíduos da Construção Civil nos municípios de São Carlos/SP e Santo André/SP. Na Tabela 2.5 é apresentada a composição do Resíduo da construção civil destes dois municípios pesquisados:

Tabela 2.5 - Composição dos resíduos da construção civil em São Carlos/SP e Santo André/SP

COMPOSIÇÃO DO RESÍDUO	VOLUME (%)
Argamassa	64,00
Produtos cerâmicos	29,10
Outros minerais	6,50
Rejeitos	0,40

Fonte: Pinto (1999)

Poon et al (2001) pesquisaram o Resíduo da construção civil gerado em Hong Kong, que apresentou a composição, em massa, descrita na Tabela 2.6:

Tabela 2.6 - Composição dos resíduos de construção civil em Hong Kong

COMPONENTE	RESÍDUOS DE DEMOLIÇÃO (%)	RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO (%)
Asfalto	1,61	0,13
Concreto	19,99	9,27
Concreto reforçado	33,11	8,25
Solo (terraplanagem)	11,91	30,55
Pedra britada	6,83	9,74
Pedregulho	4,95	14,13
Madeira	7,15	10,53
Bambu	0,31	0,30
Bloco de concreto	1,11	0,90
Tijolo	6,33	5,00
Vidro	0,20	0,56
Matéria orgânica	1,30	3,05
Tubo de plástico	0,61	1,13
Areia	1,44	1,70
Árvores	-	0,12
Instalações	0,04	0,03
Outras sobras	0,07	0,24
Ferro	3,41	4,36

Fonte: Poon et al (2001)

2.4 LEGISLAÇÃO EM VIGOR SOBRE O RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Elaborada por um grupo de especialistas em reciclagem de Resíduos da Construção Civil, a Resolução do CONAMA nº 307 (Anexo 1) sobre resíduos de

construção civil, define responsabilidades e prazos para que as Prefeituras e Geradores elaborem, aprovem e coloquem em prática planos de gerenciamento integrado, que incluam coleta, triagem, transporte e destinação final do resíduo da construção civil, com mecanismos de incentivo ao seu reuso.

A tabela 2.7 apresenta um resumo com as principais atribuições estabelecidas aos Geradores e a Administração Pública a partir da implantação desta Resolução.

Tabela 2.7 - Principais diretrizes, critérios e procedimentos para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil.

RESPONSÁVEIS	PROCEDIMENTOS
Poder Público	<ul style="list-style-type: none">• Elaborar, implementar e coordenar o plano integrado de gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para pequenos geradores;• Cessar a disposição de Resíduos da Construção Civil em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de “bota fora”;• Cadastrar áreas públicas ou privadas aptas a receber os Resíduos da Construção Civil;• Elaborar e incentivar planos de educação e treinamento de agentes envolvidos;• Definir critérios para o cadastramento dos transportadores;• Proibir a disposição de Resíduos da Construção Civil em áreas não licenciadas.
Geradores de Resíduos da Construção Civil	<ul style="list-style-type: none">• Elaborar e implementar as Diretrizes para os Projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil (os grandes geradores) que contemplem as etapas estabelecidas no Art. 9º da Resolução;• Os geradores de resíduos da construção civil são responsáveis pelos Resíduos da Construção Civil que geram, como também pelos resultantes da remoção de vegetação e escavação do solo;• Devem ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

Fonte: Resolução CONAMA nº 307 (Anexo 1)

A Resolução vem embasada em experiências já realizadas com sucesso na reciclagem de Resíduos da Construção Civil em vários Municípios brasileiros como também em outros países. No Brasil, as usinas de reciclagem existentes são administradas pela Administração Pública, que utiliza o agregado reciclado em suas próprias obras.

Dentro dos prazos estabelecidos pela Resolução para a implantação destes procedimentos, 18 meses a partir de janeiro de 2003, para o Poder Público, um provável obstáculo será a obtenção de financiamentos. Mas estes investimentos podem ser compensados, a exemplo de Municípios que já adotaram uma Gestão Diferenciada para os Resíduos da Construção Civil, com uma provável economia nos gastos em recuperação de disposições inadequadas, além de contar com um novo material com viabilidade técnica e econômica para uso em obras públicas.

A maior barreira que a Resolução irá encontrar certamente será por parte dos geradores, que já vem se mostrando insatisfeitos com a nova condição de responsáveis pelo resíduo que geram. Ao contrário de outros ramos industriais, onde o gerador é o responsável por seu resíduo até seu destino final, atualmente a Indústria da Construção Civil apenas paga pelo transporte, sem ter conhecimento nem responsabilidade pelo local onde o resíduo é depositado e, provavelmente, criarão resistência para assumirem esta nova responsabilidade atribuída pela Resolução.

O PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção do Habitat, criado pelo Governo Federal, tem como objetivo principal organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a *melhoria da qualidade do habitat* e a *modernização produtiva*. Estruturado em 12 projetos de diferentes níveis de desenvolvimento, sendo um deles o SiQ - Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras, onde são definidos itens e requisitos a serem atendidos para que as empresas construtoras obtenham certificação. Para que a empresa obtenha certificação nível A, uma das exigências é a apresentação de um Plano da Qualidade de Obras, onde devem estar previstas as eliminações adequadas dos resíduos sólidos e líquidos produzidos pela obra.

Este programa é voluntário, entretanto tem o caráter restritivo quanto ao financiamento público, ao contrário da Resolução do CONAMA nº 307 onde todas as construtoras terão que obrigatoriamente se adequar. Mesmo assim, 109 empresas construtoras de Santa Catarina, de pequeno a grande porte, buscaram esta certificação do PBQP-H, já preocupadas com a questão ambiental e melhoria no seu produto final,

mostrando ser possível à adequação dos canteiros de obra às novas exigências da Resolução do CONAMA nº 307.

Em Blumenau 5 empresas construtoras possuem certificação do PBQP-H, 4 com nível D e uma com nível C. É um percentual baixo, atingindo apenas 1,58% do total de empresas certificadas em Santa Catarina, além da maioria ter obtido nível D, mostrando que em Blumenau as empresas construtoras precisam melhorar a gestão de qualidade nas obras que realizam.

2.5 UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO AGREGADO RECICLADO

O Resíduo da Construção Civil processado vem sendo utilizado na forma de agregado reciclado, destacando-se em:

- a) Obras de pavimentação;
- b) Como agregado para argamassa;
- c) Como agregado para concreto;
- d) Como agregado para fabricação de blocos de alvenaria, blocos de pavimentação, meio fio, boca de lobo, tubulações, entre outros.

Na Tabela 2.8 são apresentados resumidamente, alguns exemplos de aplicação do agregado reciclado.

Tabela 2.8 - Exemplos de aplicação do agregado reciclado de Resíduos da Construção Civil

USO DO AGREGADO RECICLADO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	PESQUISA OU LOCAL DE APLICAÇÃO
<p>Obras de pavimentação A utilização em pavimentação (base, sub-base ou revestimento primário) é a forma mais simples e difundida de reciclagem do Resíduos da Construção Civil.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Em Ribeirão Preto e em Salvador, segundo Carneiro et al (2001), os agregados reciclados são destinados principalmente para recuperação de vias públicas, e também construção, sobretudo como camada de base e sub base. Zordan (1999), afirma que algumas Prefeituras brasileiras, que possuem usinas de reciclagem, utilizam os agregados reciclados principalmente em pavimentações, é o caso de Belo Horizonte, Santo André, entre outras.
<p>Como agregado para argamassa A fração mais fina do resíduo, após ser moído, apresenta características semelhantes a areia, podendo ser utilizado na substituição total ou parcial do agregado natural, após análises da composição.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Santana et al (2001), estudaram a viabilidade do uso do agregado reciclado de Salvador em substituição à areia e ao arenoso, na produção de argamassas de revestimento. A aplicação mostrou-se tecnicamente viável, com significativa redução do custo do material. A substituição de 50% do agregado natural pelo reciclado apresentou melhor desempenho na maioria das propriedades avaliadas. Zordan (1999) descreve que o uso de equipamentos denominados "argamasseiras", que moem o resíduo da construção civil na própria obra, em granulometrias semelhante as da areia, estão sendo utilizados por algumas construtoras, como agregado para argamassas de assentamento e revestimento.
<p>Como agregado para concreto Existe restrição para o uso de faces polidas de cerâmica, pois podem causar rompimento no local onde existir fragmentos desta cerâmica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Zordan (1997) estudou a reciclagem da parte mineral do resíduo da construção civil como agregado na confecção do concreto. Os resultados do trabalho permitiram concluir que o resíduo da construção civil pode ser utilizado como agregado, na confecção de concreto não estrutural destinados à infra-estrutura urbana. Bazuco (1999) pesquisou a utilização de agregados reciclados de concreto para produção de novos concretos. De uma forma geral o autor concluiu que os agregados graúdos de concreto são perfeitamente adequados à produção de novos concretos, principalmente concretos não estruturais e de baixa resistência. Leite (2001) avaliou as propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados de Resíduos da Construção Civil, concluindo de forma geral, ser perfeitamente viável a utilização deste material para produção do concreto, do ponto de vista das propriedades mecânicas avaliadas.
<p>Utilização como Agregado Reciclado na Fabricação de Blocos de Concreto</p>	<ul style="list-style-type: none"> Poon et. al (2002), desenvolveram uma técnica utilizando agregados reciclados de Resíduos da Construção Civil na fabricação de blocos de concreto e blocos de pavimentação. Os resultados mostraram que as substituições do agregado natural nos níveis de 25% e 50% obtiveram pouca diferença dos resultados sem agregados naturais na força de compressão. Mais os níveis mais altos de substituição reduzem esta força de compressão tanto nos blocos de pavimentação como nos blocos para alvenaria.

Outros exemplos de utilização de Resíduos da Construção Civil vêm de países que sofreram desastres naturais como terremotos. Hsiao et. al (2001) citam: “O terremoto de outubro de 1989 em São Francisco e o terremoto de 1994 em Northridge, que geraram milhões de toneladas de resíduos, reutilizaram 60% deste total em outras obras.”

Lauritzen (1998) comenta que em Kobe, Japão, o terremoto de 17 de janeiro de 1995 gerou algo em torno de 15 milhões de m³ de resíduos (20 milhões de toneladas), que foram utilizados principalmente na fabricação de blocos. O autor comenta que em 1999, o terremoto de Chi-Chi em Taiwan gerou mais de 10 milhões de m³ de escombros, onde foram reutilizados cerca de 60% deste material.

Além da tragédia da destruição, muitas famílias ficam desabrigadas, necessitando com urgência da reconstrução de suas casas. A remoção e reutilização dos Resíduos da Construção Civil são, neste caso, parte importante nas frentes de trabalho desses desastres.

2.6 PROGRAMAS DE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

No Brasil, o Município de São Paulo foi o primeiro a implantar uma usina para reciclar seus resíduos provenientes da construção civil. O Aterro de Inertes de Itatinga foi inaugurado em 1991, localizando-se no extremo da zona leste da cidade. Esta foi uma solução encontrada pela administração pública para reduzir o despejo irregular de cerca de 81% de todo o resíduo de construção gerado na cidade. Hoje, mais de dez anos depois da implantação da usina, os transportadores não chegam ao aterro e acabam jogando a carga no caminho. Por este motivo a Administração Pública criou entre oito e dez áreas de Transbordo e Triagem (ATTs) em vários pontos da cidade. A Prefeitura Municipal de São Paulo, lançou um Decreto, determinando que estas ATTs sejam implantadas e operadas pela iniciativa privadas, e não pelo poder público.

A Prefeitura Municipal de Belo Horizonte possui hoje duas estações de reciclagem, a de Estoril e a Pampulha, onde produziram juntas durante o ano de 2001,

138.520 toneladas de material britado. Neste Município, comparando com a quantidade de RSU gerados os Resíduos da Construção Civil representam cerca de 40% deste total, correspondendo a 1.500 t/dia, dos quais são reciclados, nas duas estações, 360 t/dia. Segundo a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, o material vem sendo utilizado na construção civil, em substituição à areia e brita, na execução de sub-base de vias de trânsito, em blocos para calçadas, blocos para mureta, agregados para “rip-rap”, contenções de encostas, canalizações, produção de guias, sarjetas, tubos, etc.

Poon et al (2001) mostraram que a Indústria da Construção Civil é o principal gerador de resíduos em Hong Kong. Em 1998 gerou aproximadamente 32.710 t/dia de resíduos de construção e demolição (Resíduos da Construção Civil), 15% a mais que em 1997. Com uma quantidade tão grande de material desperdiçado, a cidade de Hong Kong resolveu gerenciar este problema, adotando a estratégia de utilizar a parcela inerte (como areia, tijolo e concreto, etc) em obras públicas de vias ou como enchimento de áreas para recuperação da terra, e a parcela não-inerte (como plástico, papel, madeira, etc) depositados em aterros municipais. Mas em geral os Resíduos da Construção Civil encontrados são compostos pela mistura dos materiais inertes e não inertes, por isso, na maioria das vezes são levados diretamente para os aterros, agravando ainda mais o problema da falta de área para aterros na cidade de Hong Kong.

Assim o governo de Hong Kong propôs que a quantidade de resíduo da construção civil depositado no aterro fosse restringida por uma regra administrativa. Especifica que a carga de Resíduos da Construção Civil que contenha mais de 20% de material inerte em volume, ou 30% em peso, não podem ser dispostos no aterro. Assim os geradores de Resíduos da Construção Civil são incentivados a implantar um método de seleção dos resíduos antes da disposição.

Outra estratégia, segundo os autores, seria introduzir um custo mais alto para deposição de Resíduos da Construção Civil, em torno de U\$ 7/t, que aumentaria gradualmente até atingir o dobro. Com isto, acredita-se reduzir a quantidade de Resíduos da Construção Civil inerte desperdiçado e disposto no aterro sanitário. Em questionário aplicado na pesquisa, 49% dos entrevistados, ligados a construção civil, responderam

que farão uma seleção maior dos resíduos antes da deposição, quando o valor atingir este limite máximo.

Segundo Gao et al. (2001), a Indústria da construção civil no Japão, incluindo o uso residencial, consome aproximadamente um terço de toda a energia e os recursos de todos os setores industriais. Para mudar este quadro, tanto no gasto de energia como de recursos, pesquisas estão sendo realizadas para uma urgente utilização de resíduos na construção. Resultados obtidos sugerem que a reciclagem parcial possa alcançar grandes economias de material. Gao et al. (2001) comentam que, o investimento em construção civil no Japão chega a 20% de todos os investimentos no país, nos EUA é somente de 8,5%. Esta fração é alta, comparada com outros países desenvolvidos. Resultando que, a Construção Civil no Japão consome aproximadamente um terço de toda a energia e recursos dos setores industriais inteiro.

Os autores acima realizaram uma pesquisa onde foi calculado o consumo de energia para produção de materiais de construção reciclados. O resultado apresentou diminuição de energia para uns e aumento para outros. As maiores economias acontecem na reciclagem do alumínio, com 80% de redução do uso de energia. O aço reduziu 40%, a madeira uma redução de energia de 22%. Mas em outros materiais a energia consumida é maior, como o uso do agregado reciclado para fabricação do concreto, que consome 5% a mais do que se utilizasse agregado natural. O gesso em folha requer 48% a mais de energia do que se utilizasse material virgem. Concluíram que os materiais que apresentam melhor resultado são o aço e o alumínio. Cabe ressaltar que nesta pesquisa foram utilizados apenas dados da energia gasta para confecção do material, não considerando, por exemplo, áreas para deposição e também a escassez da matéria prima, por isso apresenta desvantagem na reciclagem do agregado para confecção do concreto.

Barros et al. (1998), descrevem que na Holanda pesquisas sobre a reciclagem de Resíduos da Construção Civil vêm sendo desenvolvidas, principalmente na substituição da areia. Isto devido principalmente a grande densidade populacional e a falta de áreas disponível para disposição destes resíduos. Neste país, a indústria da

construção civil produz cerca de 14 milhões de toneladas de resíduo por ano, a maior parte proveniente de reformas ou demolições de construções antigas, compostas principalmente por uma mistura de pedras, metais, plásticos e produtos de madeira. Segundo os autores, 70% dos Resíduos da Construção Civil já eram reciclados e o governo visava o aumento deste percentual para 90%. Conseqüentemente novas leis foram criadas restringindo o descarregamento em massa dos Resíduos da Construção Civil em aterro, assim, obrigando o controle dos materiais para a reciclagem.

Na Califórnia, EUA, foi traçada uma meta obrigatória de separação dos resíduos, em 50% (a partir do ano de 2000). Diante disto, alguns Municípios adotaram um modelo de gestão diferenciado para os Resíduos da Construção Civil. Segundo Goldstein (2002a) o Município de San Jose adotou um Programa de Depósito Avançado de Materiais de Construção e Demolição (CDDD). Resíduos da Construção Civil em San Jose representam 30% do total de resíduos depositados em aterros, e a meta era que pudessem recuperar mais de 100.000 toneladas deste material anualmente. Este depósito começou a funcionar em março de 2001, e em Julho de 2001 passou a vigorar a exigência para que os depósitos sejam feitos no local.

O Programa de CDDD estabelece que, todo projeto, residencial ou não residencial, construção nova, alteração e projetos de demolição, necessitam uma liberação de depósito do CDDD antes de ser emitido o alvará de construção. Existem isenções para: construção de residência nova, com valor inferior a U\$ 115.000, construção não residencial nova, menos de U\$ 135.000, alterações residenciais e não residenciais com valor menor que U\$ 2.000 e U\$ 5.000 respectivamente.

Goldstein (2002a), apresenta a experiência de duas grandes companhias que investiram em maquinários para seleção e reciclagem de Resíduos da Construção Civil em San Jose, California. Uma delas, a Zanker que constrói estradas, instalou um sistema de escolha que processam 130t/hora. A outra Empresa, o Guadalupe Landfill instalou maquinários que processam 200 t/dia. Na Zanker as cargas de Resíduos da Construção Civil recebidas são aproximadamente 40% madeira, aproximadamente 30% concreto e 30% outros materiais (em peso). Em termos de volume, há uma porcentagem maior de madeira nas cargas. A taxa de reciclagem é aproximadamente

95 por cento. O concreto recuperado é levado para ser utilizado em base de estrada. A Madeira é moída em até três polegadas a menos do tamanho original, e depois vendida.

A Zanker que também trabalha no ramo da Construção Civil afirma ter conseguido bons resultados na reciclagem de Resíduos da Construção Civil, pois preservam o aterro e não precisa pagar o imposto de disposição da cidade e mais taxas estaduais, que soma U\$ 18,00/tonelada.

Já o Guadalupe, que é um aterro de lixo ativo, e recebem resíduos industriais, domiciliares, madeiras, e Resíduos da Construção Civil misturados, possuem maquinários que separam os materiais diferentes, inclusive por tamanho. São separados madeira, metal e papel para fora do transportador. A madeira recuperada é moída, uma parte é comercializada como combustível e outra é usada como alternativa de cobertura para o aterro. O papel e metal recuperados são vendidos em mercados convencionais.

Em San Jose a Administração Pública afirma que seus maiores sucessos foram alcançados por estabelecer parcerias com empresas privadas e trabalhar para metas comuns.

Golstein (2002b) mostra um outro exemplo de parceria pública e privada para administração de Resíduos da Construção Civil que está acontecendo no Município de Alameda, também na Califórnia, onde a Administração Pública está reembolsando a companhia de reciclagem, U\$ 15,00 para toda tonelada de desperdício seco recuperado.

2.7 ALTERNATIVAS PARA REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A segregação do Resíduo da construção civil na própria obra que o gerou é um meio efetivo de redução da quantidade destes desperdícios dispostos nos aterros sanitários. A participação dos responsáveis pela indústria da construção civil é muito

importante, compartilhando principalmente da melhora ambiental que esta prática proporciona.

Segundo Goldstein (2002a), o estado da Califórnia, nos Estados Unidos, adotou em alguns Municípios um incentivo, com redução das taxas para deposição de cargas já classificadas. Esta separação faz com que se preserve mais o aterro sanitário, afirma a autora, além de diminuir as taxas de disposição, que em San Jose chegam a U\$ 18/t.

Poon et al. (2001) afirmam haver a necessidade de separar o material desperdício de construção e demolição, inertes e não inertes, antes que aconteça a deposição em aterros. Os autores realizaram algumas pesquisas que indicaram: a separação na própria obra consegue um melhor resultado de segregação dos resíduos inertes e não inertes, em comparação com os resíduos classificados fora da obra. Concluindo que, somente com uma Legislação contratual, exigindo que a separação do resíduo seja realizada na própria obra, pode-se chegar a uma solução em longo prazo para o problema de falta de aterros na cidade de Hong Kong.

A fim de encontrar o melhor método de separação dos resíduos nas obras em Hong Kong, Poon et. al. (2001) realizaram uma pesquisa através de questionários enviados a vários seguimentos da Construção Civil. Foram apresentadas 4 alternativas, as alternativas 1 a 3 de seleção de Resíduos da Construção Civil na própria obra e a alternativa 4 de seleção fora da obra:

ALTERNATIVA 1:

- Colocação na obra de 2 calhas de evasão do resíduo da construção civil, uma para material inerte e outra para não inerte;
- Caçambas diferentes de materiais, inertes e não inertes para receber o material;
- Cada carga é limpa para aproveitamento de materiais reutilizáveis, depois disposto separadamente no aterro.

ALTERNATIVA 2:

- Colocação de apenas uma calha de evasão do resíduo;
- Cada tipo de resíduo, inerte e não inerte, será selecionado separadamente, e armazenado por um período de tempo (por exemplo, a cada 1 ou 2 dias).

ALTERNATIVA 3:

- Uma calha para evasão do resíduo;
- Uma cova grande no chão para armazenamento do resíduo;
- Escolha manual do resíduo na cova;
- Remoção separada do desperdício ordenado.

ALTERNATIVA 4:

- Não é realizada nenhuma seleção do resíduo na obra;
- Os resíduos são levados a outro local, ainda misturados, onde serão ordenados fora da obra.

Dentre as alternativas de seleção de resíduo na própria obra, a Alternativa 1 obteve o maior índice de aplicabilidade com 18,49%, a Alternativa 2 com 18,16% e a 3 com 16,58%, e os demais preferem a alternativa 4, de separação fora da obra.

Os pesquisadores concluíram que a Alternativa 1 é a que daria o melhor resultado, desde que tenha espaço para colocação de 2 calhas. Para projetos pequenos que não comportariam 2 calhas, deveria ser utilizada a alternativa 2. A Alternativa 3 deveria ser o último recurso, a menos que não traga interferência nas atividades do local.

Uma outra proposta é apresentada por Pinto (2000), resumido na Tabela 2.9, com uma alternativa de organização dos resíduos em baias, assim divididas no canteiro de obra:

Tabela 2.9 - Proposta de organização em baias para valorização de resíduos no canteiro de obras

BAIAS DE RESÍDUOS	DESCRIÇÃO	DESTINAÇÃO
Material e componente reutilizável	Tijolo, bloco e componentes diversos, madeira, metal e plástico reutilizáveis.	Reutilização em etapas posteriores. Deslocamento para outros canteiros
Argamassa, alvenaria e concreto	Resíduo mineral, inclusas sobras de areia, pedra e resíduo cerâmico.	Trituração e reutilização como agregado miúdo ou graúdo
Madeira	Retalhos inúteis	Classificação por contaminação e deslocamento para novos consumidores ou bota-foras
Metal	Retalhos inúteis	Classificação e deslocamento para novos consumidores (coletor, sucateiro ou processador)
Plástico, vidro e papel	Embalagens e retalhos inúteis	Classificação e deslocamento para novos consumidores

		(coletor, sucateiro ou processador)
Solo	Solo limpo	Reutilização do solo orgânico no paisagismo e a dos outros tipos em aterros
Resíduo perigoso	Produto inflamável, produto químico, bateria e lâmpada	Remoção para aterro adequado
Rejeito	Gesso	Remoção para bota fora ou outro tipo de destinação

Fonte: Pinto (2000)

Outra opção para a organização dos resíduos no canteiro de obras seria a montagem de baias conforme a classe que o resíduo pertence, conforme Resolução nº 307 do CONAMA (Anexo 1). A Tabela 2.10 apresenta uma proposta de separação conforme a Resolução.

Tabela 2.10 - Proposta de organização em baias dos Resíduos da Construção Civil conforme classificação da Resolução nº 307 do CONAMA

BAIAS DE RESÍDUOS	DESCRIÇÃO
Classe A	Resíduos reutilizáveis como agregados, tais como: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
Classe B	Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
Classe C	Resíduos que não permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
Classe D	Resíduos perigosos tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Fonte: Adaptada da Resolução nº 307 do CONAMA (ANEXO 1).

Esta opção diminui em quatro o número de baias necessárias para a separação do resíduo da construção civil na obra em relação à proposta por Pinto (2000), o que pode ser uma boa opção para canteiros de obra com pouco espaço disponível. Outra vantagem é a separação da parcela mineral (classe A) dos outros resíduos, facilitando sua reutilização.

A separação do resíduo da construção civil em baias, pode ser uma boa alternativa para empresas construtoras que busquem a certificação nível A do PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção do Habitat, onde um dos requisitos para sua obtenção é a definição adequada dos resíduos sólidos e líquidos produzidos pela obra (resíduo da construção civil, esgotos, águas servidas). Além de conferir ao canteiro de obras um aspecto de limpeza, este procedimento de separação facilita a correta destinação final dos resíduos.

2.8 METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Qualquer estudo que pretenda utilizar o resíduo da construção civil como agregado reciclado, deve ser iniciada pela sua caracterização, pois cada cidade possui suas particularidades na construção civil, como materiais utilizados e técnicas construtivas, impedindo que se utilizem dados obtidos da caracterização dos Resíduos da Construção Civil de uma cidade, para embasar a pesquisa de sua utilização em outra.

A caracterização do resíduo da construção civil constitui uma etapa fundamental para estudos de alternativas que busquem a redução, reutilização e reciclagem. A análise das características visa maximizar a utilização deste resíduo para produção do agregado reciclado. (CARNEIRO et. al. 2000)

Para caracterização dos Resíduos da Construção Civil já foram utilizadas várias metodologias que buscaram, dentro da realidade do Município avaliado, alguma forma representativa da realidade, conforme apresentado na seqüência abaixo.

Pinto (1999), estabeleceu uma metodologia para a implantação de uma Gestão Diferenciada para o resíduo da construção civil, embasada na experiência de implantação de várias usinas de reciclagem em cidades brasileiras, diagnosticando

que, para uma quantificação segura dos resíduos de uma cidade, de médio ou grande porte, deve-se trabalhar com os seguintes dados:

- a) **Geração de Resíduos nas Áreas Urbanas.** A partir de três bases de informação: das estimativas de área construída – serviços executados e perdas efetivadas; da movimentação de cargas por coletores; do monitoramento de descargas nas áreas utilizadas como destino dos Resíduos de Construção e Demolição.
- b) **A execução informal de reformas e ampliações.** Que podem ter sua intensidade reconhecida através de pesquisas junto aos diversos agentes coletores em atuação. Por esse método, a agregação dessas parcelas deve ser feita com a eliminação de sobreposições, desconsiderando-se, dos registros de licenciamentos, as áreas correspondentes aos eventos de reforma e ampliação, e, por outro lado, desconsiderando-se, dos dados recolhidos junto aos agentes coletores, quaisquer outros dados que não os referentes a essas mesmas reformas e ampliações.

A metodologia proposta emprega uma Taxa de Geração de Resíduo (Kg/m^2), baseada na massa estimada para as edificações, executadas predominantemente por processos convencionais, calculados da seguinte forma, baseado em pesquisas realizadas em 6 Municípios brasileiros: 1200 Kg/m^2 , perda média de materiais nos processos construtivos em relação a massa de materiais levados ao canteiro de obras igual a 25% e percentual da perda de materiais, removido como resíduo da construção civil, durante o transcorrer da obra igual a 50%.

Em Salvador foram caracterizados os Resíduos da Construção Civil utilizando a metodologia proposta por Carneiro et. al. (2000), que constituiu em procedimentos para: amostragem, recebimento, homogeneização, quarteamento da amostra e a realização dos seguintes ensaios:

- Obtenção das amostras nos Postos de Descarga de resíduo da construção civil (PDE) e empresas cadastradas pela Prefeitura para coleta;

- Análise de 16 amostras de resíduo da construção civil (cerca de 142.000 t), correspondente a 10% do resíduo da construção civil gerado por dia na cidade;
- Quarteamento das amostras de resíduo da construção civil (5 a 10t).
- Homogeneização e quarteamentos sucessivos até a obtenção de uma amostra representativa com cerca de 500Kg de resíduo da construção civil;
- Determinação da granulometria através de peneiramento manual utilizando peneiras de 50 mm, 25 mm e 4,8 mm, seguindo recomendações da NBR 7217;
- Determinação da composição graviométrica através da seleção manual de cada uma das frações obtidas no peneiramento.

Da caracterização realizada em Salvador destaca-se a vinculação do nível de renda dos moradores do local de geração, conferindo ao resíduo da construção civil mais uma característica, quanto ao nível de renda do local de sua geração (baixa, média e alta).

Os pesquisadores justificaram o método para confirmar a estratégia dos Postos de Descarga de resíduo da construção civil (PDE) distribuídos na rede urbana, que recebem mais resíduo da construção civil de pequenas reformas e ampliações, similar ao encontrado nos locais de baixa e média renda. O resíduo gerado nesta faixa de renda mostrou maior quantidade de finos (mais de 22%) contra 16% do resíduo da construção civil de alta renda e grande geradores.

A granulometria do resíduo da construção civil de alta renda é similar ao do grande gerador, com pouca quantidade de finos (passante na peneira 4,8mm) e predominância de elementos graúdos (até 66% de material retido na peneira 50mm).

Isto pode justificar-se pelo fato dos grandes geradores serem os responsáveis pelas obras formais, geralmente novas construções, localizadas em regiões de alta renda, que não utilizam os Postos de Descarga de resíduo da construção civil (PDE), mas o aterro para depositarem seus resíduos.

Outra pesquisa, descrita por Andrade et al (1999), que obteve como resultado o estabelecimento de indicadores de perdas de materiais, analisados em 99 canteiros de obra, abordando apenas a parcela referente ao resíduo da construção civil gerado,

utilizando a mesma metodologia de coleta, processamento e análise em todos os canteiros.

Andrade et al (1999) descrevem os procedimentos adotados:

- a) Indicador** – Foi estabelecido uma rede de indicadores que, possibilitou o entendimento das principais parcelas de perdas, ao longo das etapas pelas quais os materiais percorrem o canteiro de obra até se transformarem parte integrante da edificação. Os indicadores foram divididos em globais e parciais, onde os globais representam o desempenho geral quanto ao uso de um determinado material durante a execução do serviço, enquanto os parciais visam identificar em qual etapa do processo (recebimento, estocagem, transporte, processamento intermediário e processamento final) as perdas são mais significativas.
- b) Estimativa do resíduo da construção civil** – A partir dos valores da pesquisa nacional, Andrade et al. (1999) apresentaram os resultados dos indicadores globais e a parcela de resíduo da construção civil gerado para o conjunto de canteiros de obras estudados nesta Pesquisa, apresentados na tabela 2.11.

Tabela 2.11 – Estimativa do resíduo da construção civil por unidade de serviço

1 Material	2 u.m. ⁽¹⁾	3 u.s. ⁽²⁾	4 Consumo real ^(a) (u.m./u.s.)	5 Consumo referência (u.m./u.s.)	6=4-5 Perda real (u.m./u.s.)	7 Resíduo da construção civil (% em relação à perda global)	8=6x7/100 Resíduo da construção civil (u.m./u.s.)
Concreto usinado	m ³	m ³	1,09	1	0,0900	15	0,014
Aço	Kg	Kg	1,11	1	0,1100	70	0,077
Blocos	m ²	m ²	1,13	1	0,13	100	0,130
Argamassa- Alvenaria	m ³	m ²	0,015	0,005 ^(b)	0,0010	16	0,002
Arg. Paredes e tetos	m ³	m ²	0,0213	0,02 ^(c)	0,0013	19	0,002
Arg. Fachada	m ³	m ²	0,037	0,03 ^(c)	0,0020	18	0,001
Arg. Contrapiso	m ³	m ²	0,031	0,02 ^(c)	0,0110	05	0,001
Placas cer. Fachada	m ²	m ²	1,13	1	0,13	100	0,130
Placas cer. Piso	m ²	m ²	1,19	1	0,19	100	0,190

Placas cer. Piso	m ²	m ²	1,13	1	0,13	100	0,130
Gesso – paredes	m ³	m ²	0,0065	0,005 ^(d)	0,0015	50	0,001
Gesso - teto	m ³	m ²	0,0065	0,005 ^(d)	0,0015	50	0,001

Fonte: ANDRADE et al (1999)

(1) u.m. = unidade com que se mensura o material utilizado

(2) u.s. = unidade do serviço onde o material é utilizado

(a) Valores medianos obtidos no âmbito da pesquisa FINEP/PCC/ITQC [AGOPYAN et al., 1998] apud ANDRADE et al (1999);

(b) Adotou-se o consumo de referência de 5 litros por m² de alvenaria executada;

(c) Espessuras de referência adotadas: 2 cm (revestimento interno), 3 cm (revestimento externo) e 2 cm (contrapiso);

(d) Adotou-se uma espessura de referência de 5 mm (0,005 m³/m²).

Obs.: Os casos onde a parcela de resíduo da construção civil é igual ao total do indicador global, justifica-se por não ter sido encontrado em nenhuma obra sobresspessura do revestimento.

b) Estimativa da massa de resíduo da construção civil (Kg/m²)

Para esta estimativa os pesquisadores utilizaram indicadores que transformaram os resultados da Tabela 2.11 em unidade de material por m² construído.

A Tabela 2.12 apresenta a estimativa do resíduo da construção civil por m² construído, alcançada pelos pesquisadores:

Tabela 2.12 – Estimativa do resíduo da construção civil por m² construído

9	10	11=8	12=10x11	14	15=12X14
Material	QS/m ² piso ^(a)	Resíduo da construção civil/unidade de serviço	Resíduo da construção civil/m ² piso	Massa de resíduo da construção civil por unidade de material ^(a)	Massa resíduo da construção civil/m ² piso
Concreto usinado	0,18	0,014	0,0024 m ³	2200 kg/m ³	5,35
Aço	18 ^(b)	0,077	1,3860 kg	1 kg/kg	1,39
Blocos	1,6	0,130	0,2080 m ²	75 kg/m ²	15,60
Argamassa Alvenaria	1,6	0,002	0,0028 m ³	1800 kg/m ³	5,07
Arg. Paredes e tetos	3,25	0,002	0,0074 m ³	1800 kg/m ³	13,34
Arg. fachada	0,75	0,001	0,0004 m ³	1800 kg/m ³	0,73
Arg. contrapiso	1	0,001	0,0006 m ³	1900 kg/m ³	1,05
Placas cerâmicas fachada	0,75	0,130	0,0975 m ²	20 kg/m ²	1,95
Placas cerâmicas piso	0,2	0,190	0,0380 m ²	20 kg/m ²	0,76
Placas cerâmicas piso	1	0,130	0,1300 m ²	20 kg/m ²	2,60
Gesso - Paredes	2,3	0,001	0,0012 m ³	1067 kg/m ³	1,23
Gesso - teto	1	0,001	0,0005 m ³	1067 kg/m ³	0,53
				Kg/m²	49,60

Fonte: Andrade et al (1999)

(a) Valores apresentados no Simpósio Nacional de Desperdício de Materiais: a quebra do mito (1999);

(b) é igual a $100 \text{ kg}_{\text{aço}}/\text{m}^3_{\text{concreto}} \times 0,18 \text{ m}^3_{\text{concreto}}/\text{m}^2_{\text{piso}}$, ou seja $18 \text{ kg}_{\text{aço}}/\text{m}^2_{\text{piso}}$;

O indicador de resíduo da construção civil obtido na pesquisa acima apresentada (49 Kg/m^2), foi inferior ao indicador estimado por Pinto (1999), (150 Kg/m^2). Porém Andrade et al. (1999) ressaltam que a pesquisa FINEP/PCC/ITQC por eles apresentada incorpora valores apenas de novas construções, enquanto Pinto (1999), incorpora tanto construções novas como reformas e demolições, o que pode justificar o índice maior, pois as obras de reformas e, principalmente demolições, geram maior quantidade de resíduo da construção civil do que novas construções.

Xavier (2001) aplicou a metodologia criada por Pinto (1999), para caracterizar quantitativa e qualitativamente o resíduo da construção civil do município de Florianópolis, verificando os seguintes itens:

- O número de metros quadrados de construções legalizadas na Prefeitura Municipal através do habite-se (como na maioria dos casos o habite-se representa as construções);
- O número de volume de resíduo da construção civil coletado pelas empresas privadas de coleta (representando as reformas e manutenção, em torno de 80% de suas atividades) através da aplicação de um questionário.
- Acompanhamento da entrada de Resíduos da Construção civil em Aterro de Inertes.

A pesquisadora, para caracterizar qualitativamente o resíduo da construção civil de Florianópolis, efetuou a análise de contêineres da maior empresa coletora do Município.

Para o cálculo do tamanho da amostra foi utilizado o método descrito por Barbeto (1998) apud Xavier (2001), onde obteve o resultado de 87,5 m³ de resíduo da construção civil que deveriam ser analisados, divididos por 5m³ (capacidade média de contêiner) determinando a análise de cerca de 17 contêineres.

Estes contêineres foram analisados integralmente, por seleção manual e posterior pesagem, determinado o peso e o volume dos Resíduos da Construção Civil.

A exemplo, na cidade de Salvador, como citado anteriormente na pesquisa de Carneiro et al (2000), foi analisado o total de cerca de 142.000 Kg distribuídos em 16 amostras, correspondendo a 10% do resíduo da construção civil gerado por dia, mas como foi realizado o processo de quarteamento, foram analisados 8.000 Kg de material. Os autores não apresentaram cálculo estatístico para determinação da análise de 10% do total gerado por dia.

Já Xavier (2001) determinou a quantidade de amostras através de cálculos estatísticos, tendo como resultado a análise de 17 contêineres. Ao final analisou 92.633,10 Kg de resíduo da construção civil, que correspondem a 11,65% das 795,18 t/dia de resíduo da construção civil gerado em Florianópolis. Se a pesquisadora

adotasse o método de Salvador, analisando 10% do resíduo da construção civil gerado por dia, poderia ter analisado 2 contêineres a menos, cerca de 15 amostras.

Em alguns casos não haveria alteração significativa do valor final das análises se fossem analisados 2 contêineres a menos, pois em várias amostras analisadas por Xavier (2001), a composição mostra-se bastante semelhante. Mas por exemplo, no caso do concreto, que compõem 9,69% em peso e 7,80% em volume do total das amostras analisadas, este resíduo foi encontrado em apenas 2 amostras, se fossem estas as amostras não analisadas concluir-se-ia que em Florianópolis não existem resíduos de concreto.

Este é um dos problemas identificados nas metodologias nacionais, mesmo com a importância da determinação do número de amostras que devem ser analisadas para a determinação quantitativa dos Resíduos da Construção Civil, as pesquisas utilizam ferramentas estatísticas diferentes para determinação do número de amostras a serem analisadas. Por exemplo, em Salvador foram analisadas 16 amostras para uma geração de 1.453 t/dia, enquanto em Florianópolis foram analisadas 17 amostras para uma geração de 795 t/dia.

Pode-se concluir, pela experiência na análise realizada em Blumenau que, independente da quantidade em massa analisada, o importante é a divisão desta quantidade em várias amostras, pois assim é possível analisar a geração ao longo do ano. Em Blumenau, o contato semanal com as amostras permitiu também uma análise visual do resíduo da construção civil gerado, confirmando assim que os resultados obtidos representam bem o que realmente é gerado de resíduo da construção civil no Município.

2.9 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO USO DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL RECICLADO

Um aspecto importante no uso de agregados reciclados é a difícil inserção no mercado deste produto seja por falta de informação ou por preconceito.

O Município de Belo Horizonte possui um dos melhores modelos de aplicação de reciclagem de Resíduos da Construção Civil no Brasil. Segundo a Prefeitura Municipal, a aplicação do Resíduo da construção civil reciclado apresenta uma economia de 22% na execução da pavimentação asfáltica e projeta-se economia de 50% na produção de blocos de vedação. As projeções também apontam que se podem gerar agregados com custo de 83% inferior ao preço médio dos agregados convencionais, e que dependendo da sofisticação tecnológica, terão custos entre 45% a 70% inferiores ao preço de bons componentes do mercado.

Nas pesquisas realizadas é consenso que um aspecto inerente à reciclagem é a difícil aceitação do mercado para a utilização dos produtos. E que, há necessidade de incentivos públicos e fiscais para o encorajamento desta atitude, por exemplo, aumento de taxas de disposição de resíduos, ou aumento de taxas de extração de recursos naturais, ou, ainda, incentivos fiscais para utilização de materiais reciclados.

Para a análise da viabilidade econômica, do uso do agregado reciclado, deve-se ter uma base os custos de instalação e manutenção de uma usina de reciclagem, para determinação do custo final do material processado.

Pinto (2001) afirma que ao custo final também deve diminuir os gastos com limpeza urbana e redução no gasto da compra do agregado natural. O autor apresenta abaixo, indicadores da gestão diferenciada nos municípios de Santo André, São José do Rio Preto e Jundiaí (1997), onde em uma situação hipotética as Despesas totais com Correção seriam de R\$ 124.501,00, enquanto a despesa total com Gestão Diferenciada seria de R\$ 72.290,00, ou seja, 58% a menos nos gastos com a prática de destinação adequada e reciclagem do Resíduo da Construção Civil.

A viabilidade da reciclagem em um centro urbano é resultado de uma série de fatores, dos quais, certamente um dos mais importantes é sua viabilidade econômica em confronto com os agregados naturais.

Em São Paulo, segundo Coelho (2000), os custos operacionais computados para o primeiro ano de operação da usina de reciclagem, revelaram valores de US\$ 4,26/t ou US\$ 5,96/m³. Este valor amortizarmos integralmente o custo de capital e juros de 7%/ano chegará a valores entre US\$ 20,17 e 21,29/t ou entre US\$ 28.24 e 29.80/m³. Mesmo neste último caso verifica-se competitividade de preços com a matéria prima mineral (areia e pedra), com a vantagem adicional de reduzir os custos de disposição não computados no cálculo do custo operacional. De acordo com o projeto da Prefeitura, os custos de disposição de resíduo da construção civil, somados aos custos de aquisição de materiais granulares primários para pavimentação, foram reduzidos em mais de 55% com a reciclagem de resíduo da construção civil. Esta redução pagou a aquisição do sistema de britagem (cerca de US\$ 1 milhão) em cinco meses.

2.10 USO DE AGREGADOS NATURAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E OS IMPACTOS DA SUA EXTRAÇÃO

Os agregados para a indústria da construção civil são os insumos minerais mais consumidos no mundo. No Brasil, o consumo anual é de aproximadamente 2 t/hab/ano. Em países mais desenvolvidos o consumo é bem maior, os EUA, por exemplo, consomem anualmente 7,5 t/hab e a Europa Ocidental, 5 a 8 t/hab por ano (ANUÁRIO MINERAL, 2001).

Mesmo sendo a média de consumo no Brasil de 2t/hab/ano, o consumo no estado de São Paulo, o mais desenvolvido do país, chega a 4,5 t/hab/ano, enquanto outras capitais como Salvador e Fortaleza não atingem 2 t/hab/ano. Assim o consumo de agregados pode ser um utilizado como indicador econômico da região que representa.

John (1999) comenta que o consumo de agregados naturais, somente na produção de concreto e argamassas são de 220 milhões de toneladas por ano. Em volta das grandes cidades areia e agregados naturais começam a ficar escasso, inclusive graças ao crescente controle ambiental da extração das matérias primas. Em São Paulo a areia natural, em sua grande maioria percorre distâncias superiores a 100 km, elevando consideravelmente seu custo.

Em Taiwan, segundo Hsiao et al. (2001), o crescimento industrial e econômico levou a um grande aumento na Construção Civil. Este aumento acarretou uma maior demanda por agregados naturais, simultaneamente pressões ambientais conduzem a uma diminuição da extração destes agregados. Estas pressões levaram as autoridades locais a estabelecerem prazos para a redução da extração de areia no leito do rio, de 50% antes de 2003 e 70% antes de 2006.

Em Blumenau ainda não existe o problema da falta de areia, mas já discute-se o problema ambiental causado pela sua extração no Rio Itajaí Açu. Na região existem 75 empresas licenciadas para extração de areia, extraindo por mês uma média de 3.500 m³ por empresa.

O Município de Blumenau consome por mês uma média de 30.000 m³, deste 3.000 m³ são consumidos em Obras Públicas, e os demais, por particulares (CARUSO JR, 2002).

PINHEIRO et al (2000) avaliaram os problemas da atividade extrativa de areia no leito do Rio Itajaí Açu, concluindo:

- Em alguns locais, nos pontos mais profundos, a extração tem ocorrido onde os sedimentos estão consolidados, ou seja, ocorre de forma não sustentável, pois neste ponto a extração é superior a produção natural;
- A erosão nas margens não pode ser exclusivamente atribuída às extrações de areia, pois o alargamento do rio Itajaí-Açu, executado pelo antigo Departamento

Nacional de Obras de Saneamento – DNOS, próximo da divisa dos municípios de Blumenau e Gaspar, aumentou as velocidades do escoamento fluvial a montante da obra. Em alguns pontos o escorregamento das margens tem influência exclusiva desta modificação;

- Mas em alguns trechos a extração de areia tem sido executada muito próxima da margem, produzindo efeito sobre a instabilização dos taludes do rio Itajaí-Açu; também a profundidade das cavas produzidas pela extração de areia nestes trechos, tem contribuído para esta instabilidade.

Pinheiro et al. (2000) apresentam como recomendação que:

Para novas áreas de extração (trecho) e ou renovação das atuais, sejam elaborados projetos específicos detalhados contendo o local de extração, o volume a ser extraído, distâncias e profundidades limites (dentro dos parâmetros estabelecidos pelo cálculo de estabilidade), incluindo-se uma avaliação ambiental de modo a garantir o desenvolvimento sustentável e detalhe do processo de recuperação das áreas possivelmente degradadas.

Diante desta recomendação, e principalmente, do Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta, em 2001, celebrado entre: Ministério Público Federal, Ministério Público Estadual, a Fundação do Meio Ambiente – FATMA, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, a Polícia Ambiental de Blumenau – SC, o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, o Departamento de Edificações e Obras Hidráulicas – DEOH, o 6º Pelotão de Polícia Ambiental de Santa Catarina, a Delegacia da Capitania dos Portos de Itajaí, os Municípios de Blumenau, Gaspar, Ilhota, Itajaí e Navegantes, o IPA-FURB (Instituto de Pesquisas Ambientais da Universidade Regional de Blumenau), a UNIVALI (Universidade do Vale de Itajaí), as Empresas de Mineração de Areia que atuam na Bacia do Rio Itajaí-Açu, representados por seu Sindicato, o SIEASC (Sindicato da Indústria da Extração de Areia do Estado de Santa Catarina), Associação de Moradores da Rua Luiz Franzói, de Gaspar, a Associação de Moradores da Rua Pedro Simon, de Gaspar, a Fundação do Meio Ambiente de Blumenau – FAEMA e a Sociedade dos Amigos do Rio Itajaí – SARITA.

Neste Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta consta o Inquérito Civil Público nº 08122-1 00361/99-11 que exigiu que fosse elaborado um Estudo do Impacto Ambiental (EIA), e seu respectivo Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA), sobre a Atividade de Extração de Areia na Bacia do Rio Itajaí Açu. Este Estudo foi realizado pela Empresa Caruso Jr. Estudos Ambientais Ltda, com sede em Florianópolis – SC.

Percebe-se a preocupação nesta problemática de diversos órgãos ambientais, como também da população envolvida, que protestam pelas erosões ocorridas às margens do Rio, onde já foram perdidas várias residências, e outras tiveram que ser desocupadas porque correm os riscos de desmoronamento.

O Estudo do Impacto Ambiental foi recentemente concluído, e apresentado em Audiência Pública no dia 16 de Novembro de 2002, onde resumidamente apresentou as seguintes conclusões:

Os principais impactos da Extração de Areia no Rio Itajaí Açu apresentados no RIMA foram:

Na fase de implantação: os *impactos negativos* são as modificações na qualidade das águas superficiais e fluviais, os prejuízos à ictiofauna, a aceleração de processos erosivos, a poluição accidental e a remoção da cobertura vegetal com o conseqüente afugentamento da fauna local. Como *impactos positivos*, tem-se a geração de empregos e renda para as indústrias e o comércio local;

Na fase operacional: os *impactos negativos* são a qualidade do ar e das condições sonoras, modificações na qualidade da água fluvial, poluição accidental, prejuízos à ictiofauna e aos ecossistemas bentônicos, eventuais acidentes rodoviários e possíveis conflitos com as atividades pesqueiras da região. Os *impactos positivos* são a geração de empregos e os negócios de renda para o comércio local.

Na fase de desativação: o principal impacto é o desemprego de toda a mão de obra contratada durante a fase de operação da atividade mineradora, agravando um problema social já existente.

Cabe ressaltar que a Empresa que realizou a pesquisa foi contratada pelo Sindicato das Industrias de Extração de Areia, portanto, tendem a destacar as

vantagens econômicas e de geração de emprego que a extração de areia oferece, em detrimento as questões ambientais envolvidas.

Percebeu-se durante a Audiência Pública que ocorreu, para apresentação deste RIMA, a preocupação e desaprovação dos moradores de locais atingidos pelo desbarrancamento das margens como também de ambientalistas e pesquisadores, pelo fato do estudo não aprofundar suas recomendações para soluções de problemas que estão ocorrendo e principalmente os já ocorridos, como a perda de parte de terrenos e em alguns casos até casas, onde ninguém assume a responsabilidade e a comunidade acaba sendo bastante prejudicada.

Todos têm consciência da importância da extração de areia, tanto para economia quanto para a construção civil, mas é importante buscar uma solução que agrida menos ao meio ambiente, garantindo a sustentabilidade desta atividade.

Já a brita utilizada nas obras pública do Município, em torno de 6.700 m³/mês, vem sendo comprada principalmente de duas pedreiras, uma localizada no Município de Botuverá e outra no Município de Pomerode.

Existe apenas uma pedreira com licença para extração de britas em Blumenau, que se localiza no limite do Município com Pomerode. Esta pedreira também fornece material para Prefeitura de Blumenau, mas em menor quantidade.

Pode-se destacar que os impactos gerados pela extração mineral para a indústria da construção civil, no caso da brita, decorrem das atividades de perfuração, detonação, processamento e abertura da cava da pedreira. COELHO (2000).

Na região de Blumenau, um dos maiores problemas da extração de brita é o impacto visual nos locais onde ocorrem as extrações, como também o pó decorrente da britagem. Em casos onde ocorrem as detonações com explosivos, os moradores próximos reclamam do barulho e de rachaduras que aparecem nas paredes das casas.

O consumo de britas no Município de Blumenau, segundo dados recolhidos na Prefeitura Municipal e no Sinduscon de Blumenau, está na média de 45.000 m³/mês,

com uma relação brita/areia de 1,5. Nas obras públicas, o Município utiliza por mês uma média de 6.700 m³ de brita, 15% do total consumido no Município.

O Anuário Mineral apresenta a distribuição do consumo de brita no Brasil, com dados da média utilizada em obras públicas bem superior a de Blumenau, ficando com 40% do total. Cabendo salientar que os dados de Blumenau apresentam apenas o consumo de britas em obras públicas comprados pela Prefeitura Municipal, enquanto o relatório Brasileiro incorpora ao 40% o que as empresas pavimentadoras consomem.

Na tabela 2.13 é apresentada a distribuição percentual da brita nos diversos segmentos:

Tabela 2.13 - Distribuição do Consumo de Brita no Brasil em 2000

UTILIZAÇÃO	QUANTIDADE (%)
Pavimentadoras e Órgãos Públicos	40
Concreteiras	17
Revendedoras e varejo	16
Construtoras (edificações)	15
Indústria de pré-fabricados	7
Outros	5

Fonte: VALVERDE (2001)

Além da brita o Município consome por mês mais 5.000 m³ de saibro/macadame, para revestimento de ruas não pavimentadas. Este agregado é extraído pela própria Prefeitura Municipal em três jazida, uma localizada em Blumenau, uma em Gaspar e outra em Indaial. Segundo dados informados pelo Geólogo responsável pelas extrações, as áreas para extração estão cada vez mais escassas, tanto por pressões ambientais como pela expansão urbana.

Isto é confirmado por Valverde (2001), onde ressalta que mesmo não havendo zoneamento restritivo à mineração, a própria expansão urbana torna o acesso a esses recursos minerais inviável. A ocupação desordenada de várzeas e morros nos grandes centros urbanos expulsa as pedreiras, seja pela ação política dos habitantes, seja pelo encarecimento da propriedade.

Por este motivo fica difícil relacionar os dados de reservas disponíveis publicadas pelo Anuário Mineral Brasileiro com o que realmente é extraído e consumido. O Anuário de 2001 indica para o estado de Santa Catarina uma reserva indicada de 17.031.230 m³ de areia e 84.305.825 m³ de brita. Mas por via de regra, segundo Valverde (2001), estes dados servem apenas para ilustrar a distribuição geográfica dos tipos de substância minerais que se prestam à produção de agregado e que podem estar disponíveis para a lavra. Mas uma grande parte encontra restrições para sua extração.

2.10 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Balarine (1993), os custos de construção (material e mão de obra) tem grande participação na composição do preço final de venda da habitação. Em sua pesquisa, o autor cita levantamentos empíricos que indicam o lucro do construtor próximo a 5% e o custo médio do terreno em 15%.

Tais participações levam a conclusão de que aproximadamente 80% do preço final da habitação são representados pelos custos da construção.

Otero et al. (1998) citam que o ciclo de produção do setor de construção de edifícios oscila conforme as mudanças que ocorrem na economia nacional como um todo.

Martignago et al. (1998) apresentam uma perspectiva histórica da Indústria da Construção Civil, caracterizando cada época de desenvolvimento do setor através dos eventos críticos que marcaram sua dinâmica.

Os **anos 80** foram caracterizados pela autora como anos de **crise**, sendo subdivididos nos períodos abaixo citados:

- **1981/1983: recessão.** A economia entrou em recessão no final de 1980, quando houve quedas de salário e emprego e alta de juros. Os fabricantes de cimento viram suas vendas caírem pela primeira vez em mais de vinte anos. Com a perda de competitividade das cadernetas de poupança frente a outros títulos do

mercado financeiro, houve fechamento das linhas de financiamento à construção de edificações em 1983. Entretanto, mesmo que não houvesse carência de recursos para a construção, o desaquecimento da demanda, em virtude da perda do poder aquisitivo da classe média e do temor do desemprego, inibiu a execução de novos lançamentos.

- **1984/1986: crescimento.** No período de 1981 a 1984, o setor edificações ficaram com suas atividades fortemente inviabilizadas; a taxa média de rentabilidade do patrimônio foi de 10,5% negativos (FIESP,1990). Em 1985, houve liberação de recursos para execução de obras contratadas em 1984, no âmbito dos programas habitacionais do BNH, o que garantiu alguma expansão das atividades construtoras de moradias destinadas à área de interesse social. Ano atípico, em 1986 o setor beneficiou-se com a implementação do Plano de Estabilização Econômica – o Plano Cruzado, e obteve um crescimento do PIB de 18,4%. Diminuída a atratividade dos ativos financeiros, houve maiores investimentos em ativos reais como imóveis. Os aluguéis, a mão-de-obra e os materiais de construção também tiveram seus preços elevados. Os fabricantes de materiais de construção aumentaram os preços burlando o congelamento com pagamentos por fora e aumentando o preço do frete.
- **1987/1989: pós-cruzado.** O ano do Plano Bresser, 1987, não representou o mesmo clima de euforia de 1986. Em 1987 houve aumento de financiamentos concedidos pela Caixa Econômica Federal, mas mesmo assim, ainda eram considerados baixos. Ao contrário de 1986, quando da implementação do Cruzado, os investimentos financeiros tornaram-se uma excelente opção em 1987. Os recursos aplicados no mercado imobiliário foram redirecionados para outros ativos mais rentáveis em curto prazo. No ano seguinte, 1988, iniciou-se com incertezas que afligiram uma economia com altas taxas de inflação e baixas taxas de investimento, polarizando-se as aplicações no mercado financeiro. Do lado da demanda, houve perda do poder aquisitivo de ampla faixa de assalariados; e do lado da oferta, houve elevação dos custos da construção acima da taxa oficial da inflação e baixo nível de estoques de prédios novos prontos, limitando as atividades do setor edificações. Em 1989, a Caixa Econômica Federal

centralizou as contas do FGTS, constituindo um dos poucos agentes com carteira imobiliária aberta. A década de Oitenta terminou com a demanda por imóveis reprimida devido à queda dos salários reais, afetando o poder aquisitivo da população.

- **Os anos 90** foram caracterizados pela autora como anos de adaptação, sendo divididos nos períodos abaixo descritos:
- **1991/1993: parada total de financiamentos.** A conjuntura caracterizava-se pela inexistência de financiamentos pela Caixa Econômica Federal e de recursos para o Sistema Habitacional; recrudescimento da inflação; queda do salário real e contração dos níveis de emprego e mão-de-obra, contribuindo para dificultar decisões de aquisição da casa própria. Tal conjunto de fatores, juntamente com o Plano Collor I (que bloqueou metade dos depósitos da poupança), praticamente afastou o brasileiro do mercado consumidor de imóveis. As empresas enfrentaram problemas de liquidez, originários da redução do capital de giro, perda de lucratividade e obstáculos para a produção e geração de recursos para novos investimentos. Os efeitos macroeconômicos dessa performance do setor podem ser avaliados pela queda do nível de emprego. Estima-se que, pelo menos 20% dos trabalhadores atuantes na construção civil foram demitidos entre 1990 e 1992. Levando-se em conta o efeito multiplicador da construção civil nos setores fornecedores de insumos e atividades conexas, isso significa que quase 3 milhões de trabalhadores perderam sua fonte de renda.
- **1994/em diante: Plano Real.** O ano de 1994 viu o início da estabilidade econômica, o que favoreceu o gerenciamento de qualquer atividade produtiva, pois sem ela, tornava-se inviável o cálculo da rentabilidade esperada dos investimentos em longo prazo; as empresas ficavam incapazes de averiguar o custo e o preço real do seu produto; a estrutura de preços relativos ficava comprometida e exposta a constantes desalinhamentos e desequilíbrios, além de haver uma propensão à predominância da especulação financeira em detrimento das atividades produtivas, que foram características da década de 80 e que produziram um ambiente turbulento e por consequência, instável. Em um ambiente psicossocial mais favorável, devido à queda da inflação e a maior

competitividade e produtividade, o setor empresarial tendeu a sentir-se mais confortável para realizar investimentos. O simples fato dos investidores poderem programar melhor seus negócios, cotar seus custos e formular seus preços num contexto mais estável, já melhora bastante a performance do lado produtivo da economia. A estabilização advinda do Plano Real fez com que a construção chegasse a apresentar nível de crescimento em torno de 60%. Nos primeiros meses de 1995 este índice chegou próximo a 70%.

Segundo Valverde (2001), a alta inflação entre 1988 e 1994 torna qualquer critério de preço, principalmente para produtos produzidos e consumidos internamente, muito precário. Apenas de 1995 em diante é possível fazer uma análise mais consistente devido à estabilidade da moeda. O autor comenta que o preço da brita, por exemplo, mostra um crescimento estável, com exceção de 1998, onde ocorreu uma falta de demanda, e o preço sofreu uma queda brusca, provavelmente devido a desvalorização do real em relação ao dólar.

Isto mostra que o consumo segue o mesmo ritmo das questões sócio-econômicas, financeiras e políticas pela qual passa o país.

Em uma série histórica de preços médios dos agregados no Brasil, de 1988 a 1997, apresentada por Valverde (2001), apresentou uma relativa consistência. Tomando o caso da brita, com exceção de 1990 e 1991, o valor variou dentro de uma faixa estável. A partir de 1998, por problemas de falta de demanda principalmente em São Paulo, o preço desabou, fato agravado pela desvalorização do Real ante o Dólar americano.

Comparando estes dados, com valores coletados no Sinduscon, sobre a evolução dos preços para Santa Catarina, no caso da brita, até 1997 o preço pago sempre foi acima da inflação, e da mesma forma como ocorreu a nível nacional, a partir de 1998, até o período atual, o preço da brita é sempre mais baixo que o corrigido pela inflação.

Já para a areia lavada, desde de abril de 1990 até os tempos atuais o valor de venda ficou sempre abaixo da inflação.

Isto se justifica porque, em Santa Catarina, na maioria dos Municípios, estes insumos são acessíveis, tornando os preços em relação à média nacional, mais baixo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA

O princípio básico na elaboração desta metodologia consiste na busca do objetivo maior da pesquisa: o diagnóstico do resíduo da construção civil gerado em Blumenau, e da demanda dos agregados naturais utilizados em suas obras públicas. Através do levantamento dos resíduos da construção civil gerados, quantidade e composição, e da demanda dos agregados naturais.

O Fluxograma apresentado na Figura 3.1 sintetiza o delineamento da pesquisa, com a sequência das etapas adotadas para o desenvolvimento da pesquisa:

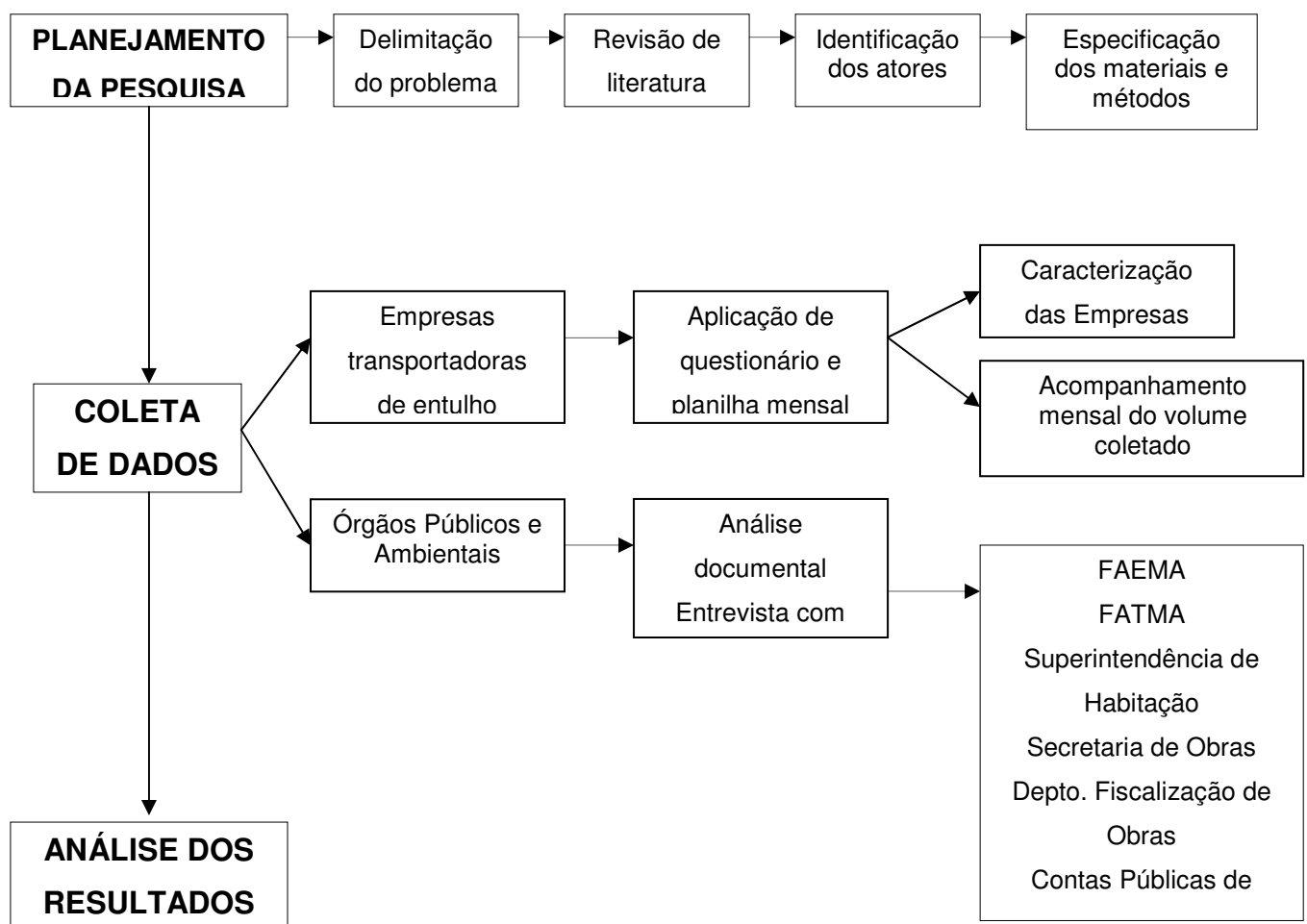


Figura 3.1 – Fluxograma da sequência metodológica.

3.2 TÉCNICAS PARA COLETA DE DADOS

A identificação dos atores, instituições públicas, empresas privadas, envolvidas na busca das respostas a problemática da pesquisa, foi o ponto de partida para elaboração da coleta de dados. Após esta identificação, foi elaborado um planejamento preliminar visando: o contato com os atores envolvidos; desenvolvimento de questionários; desenvolvimento de planilhas para análise documental; desenvolvimento de planilhas para trabalho de campo.

As coleta e análise dos dados foram realizadas qualitativa e quantitativamente, sendo estas necessárias para uma completa caracterização dos materiais de construção estudados: a matéria prima extraída (brita e areia), e, principalmente, os Resíduos da Construção Civil gerados no município.

Após o planejamento da coleta de dados, o primeiro passo foi a Pesquisa Documental. Esta etapa foi realizada em órgãos públicos, buscando informações atuais da situação dos Resíduos da Construção Civil gerados e dos agregados naturais utilizados em obras públicas do município.

A Tabela 3.1, resumidamente, apresenta o universo traçado e as ações utilizadas para coleta de dados:

Tabela 3.1 - Delineamento e ferramentas utilizadas para coleta de dados

INFORMAÇÕES	ÓRGÃO	MÉTODO EMPREGADO
<ul style="list-style-type: none"> • Licença ambiental para aterro; • Áreas clandestinas de depósitos. 	FAEMA	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas com funcionários; • Análise de documentos.
<ul style="list-style-type: none"> • Extração de agregados naturais; • Empresas licenciadas transportadoras de Resíduos da Construção Civil. 	FATMA	<ul style="list-style-type: none"> • Análise de documentos; • Entrevista com funcionários.
<ul style="list-style-type: none"> • Licença para construir. 	IPPUB	<ul style="list-style-type: none"> • Análise de documentos.
<ul style="list-style-type: none"> • Operação do aterro; • Acompanhamento dos resíduos depositados. 	SAMAE	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista semi-estruturada; • Análise de documentos.
<ul style="list-style-type: none"> • Demanda de obras públicas habitacionais; 	Superintendência de Habitação	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista com funcionários; • Análise documental; • Visita a obras de reestruturação urbana.
<ul style="list-style-type: none"> • Quantitativo de obras públicas de pavimentação; • Metas para obras públicas a serem realizadas; • Dados sobre Limpeza Urbana junto ao SSU. 	Secretaria de Obras	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista com funcionários; • Análise de documentos.
<ul style="list-style-type: none"> • Habite-se concedidos. 	Departamento de Fiscalização de Obras de Blumenau	<ul style="list-style-type: none"> • Análise documental.
<ul style="list-style-type: none"> • Demanda de agregado natural utilizado em obras públicas. 	Contas Públicas de Blumenau	<ul style="list-style-type: none"> • Análise documental.
<ul style="list-style-type: none"> • Histórico das empresas transportadoras de Resíduos da Construção Civil; • ¹Quantitativo mensal de Resíduos da Construção Civil coletado no Município; • Descrição das coletas por bairros; 	Empresas transportadoras de Resíduos da Construção Civil	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista com responsável pela empresa; • Aplicação de questionários: (APENDICE 1, Questionário 1 e Questionário 2)

¹ Esta etapa foi iniciada por uma entrevista com todos os responsáveis pelas empresas transportadoras de Resíduos da Construção Civil identificados no município. Após a apresentação, feita também por carta, solicitou-se as empresas que respondessem durante 11 meses o questionário 2 (APENDICE 1). Dentre seis empresas, duas não concordaram em responder. O questionário foi então aplicado as 4 empresas que concordaram em responder, todos os meses, durante todo o ano de 2002, onde informaram o número e local de contêineres recolhidos por mês.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL GERADO

3.2.1 COLETA QUANTITATIVA DE DADOS

Esta etapa foi realizada para determinar a quantidade, em peso e volume, do resíduo da construção civil gerado no Município de Blumenau.

Para mensurar as variáveis envolvidas na geração de Resíduos da Construção Civil em Blumenau, foi utilizada a metodologia desenvolvida por Pinto (1999). Baseado em pesquisas realizadas para implantação de Sistema de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em 6 Municípios brasileiros, o autor afirma que o método permite compor um indicador seguro ao agregar duas parcelas importantes da atividade construtiva urbana a partir destas bases de informações:

- Levantamento de Licenças para construir concedida pela Prefeitura Municipal, que apresentam em sua maioria dados de novas construções;
- Acompanhamento de cargas de resíduos recolhidos pelos transportadores, que apresentam em sua maioria cargas de obras de reformas e demolições;
- Ampliações e por último os dados do acompanhamento de descargas de resíduos.

Estas bases serão detalhadas a seguir.

a) Levantamento do total de licenças para construir

- Apresenta os dados das construções formais do Município, cuja intensidade pode ser extraída dos registros públicos de licenciamento. Desses dados não serão utilizados os referentes a obras de reformas a ampliações, para que não haja sobreposição com os dados da movimentação de cargas de resíduos da construção civil recolhidos pelos transportadores.

Nesta etapa foram buscados, junto aos órgãos públicos, dados que melhor representassem as construções novas, realizadas no ano escolhido.

Primeiro foi levantado o total de habite-se expedido no ano de 2001, então se percebeu que eram pouco representativos, pois, segundo funcionários do setor, as

solicitações de habite-se geralmente não são requeridas no mesmo ano que ocorre a construção, na maioria dos casos, anos após, portanto, não representam as construções daquele ano.

Depois, procurou-se o crescimento de áreas construídas através da cobrança do IPTU, para calcular o crescimento ocorrido no ano, mas os funcionários informaram que as atualizações das áreas eram feitas a partir dos dados fornecidos pelo habite-se, continuando sem os dados reais do ano.

Após várias buscas, foram obtidos no IPPUB, no Departamento de Pesquisas e Informações, os dados sobre licenças para construir, expedidas desde o ano de 1985 até 2002. Estes dados foram selecionados para compor a caracterização quantitativa da geração de Resíduos da Construção Civil de Blumenau, por melhor representar o ano em que se apresenta, pois quando se obtém uma Licença para construir, geralmente executa-se a obra no mesmo ano.

b) Acompanhamento da movimentação de cargas de entulho recolhidas pelos transportadores

- Apresenta dados sobre a execução informal de reformas e ampliações.

Para obtenção destes dados, foi aplicado às empresas transportadoras de resíduos da construção civil um questionário (questionário 2, APENDICE 1), adaptado de Xavier (2001), onde busca-se dados detalhados do quantitativo de entulho gerado mensalmente no município, indicando também os bairros onde foram efetuadas as coletas.

Este questionário foi respondido pelas empresas durante o ano de 2002, do mês de fevereiro até dezembro.

Pinto (1999) alerta que para utilização correta deste método, a agregação destas duas parcelas acima deve ser feita com a eliminação de sobreposições, desconsiderando-se, dos registros de licenciamento, as áreas correspondentes à reforma e ampliações, como também, desconsiderando-se, dos dados recolhidos junto aos agentes coletores, quaisquer outros dados que não os referentes a essas mesmas reformas e ampliação.

Os dados sobre as empresas que não participaram da pesquisa puderam ser obtidos na hora da descarga efetuada no Aterro da Parada 1. Quando o caminhão chegava para efetuar a descarga, o funcionário pesava a carga na portaria e anotava sua procedência, sendo possível obter uma média dos bairros onde as empresas atuam com mais frequência. Já o total das cargas foi obtido calculando o percentual de descargas efetuadas pelas empresas que não participaram da pesquisa em relação as empresas que estavam participando. Assim era obtida a provável quantidade de Resíduos da Construção Civil coletada semanalmente destas empresas que não participaram da pesquisa.

c) Observação direta de acompanhamento de volumes de entulhos descarregados

- A obtenção destes dados é bastante difícil, sendo possível apenas estimar, pois tem-se apenas os dados das descargas formais realizadas no Aterro da Parada 1 e no Aterro Particular de duas Empresas Coletoras.

A quantidade obtida através desta base não compõe o total da estimativa, apenas serviu como comparativo com o valor estimado.

O acompanhamento dos volumes foi realizado apenas no Aterro da Parada 1 e no Aterro Particular de duas Empresas Coletoras. Foram percorridas várias ruas onde poderia haver depósitos clandestinos de Resíduos da Construção Civil, não tendo sido encontrado material algum. Mas como o SAMAE assumiu o controle dos resíduos sólidos em janeiro de 2002, um mês antes do início da pesquisa de campo, colocando nas ruas vários ficais e realizando a limpeza nos pontos onde existiam depósitos clandestinos. Assim, quando a pesquisa foi iniciada, em fevereiro, e nos meses posteriores, não foi localizado nenhum ponto clandestino, se existem, ficam em pontos não visíveis.

3.2.2 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA (composição do resíduo)

Nesta etapa deve-se analisar a constância das manifestações e sua ocasionalidade, a frequência e a interrupção. Algumas pesquisas qualitativas não descartam a coleta de dados quantitativos, principalmente na etapa exploratória de campo ou nas etapas em que estes dados podem mostrar uma relação mais extensa entre fenômenos particulares (CHIZZOTTI, 1998).

Devido a características particulares da construção civil dentro de cada Município, onde o resíduo da construção civil apresenta uma heterogeneidade muito particular, é necessária uma análise detalhada para determinação de sua composição, como por exemplo, porcentagem de resíduo de: argamassa, concreto, cerâmica, madeira, entre outros.

Para esta caracterização foi utilizado o seguinte procedimento:

a) *Determinação amostral do entulho na caracterização qualitativa*

Nesta etapa, foi realizado o planejamento do número de contêineres a serem analisados, para uma representação significativa do percentual de cada material encontrado nas amostras analisadas. Para dimensionar o tamanho da amostra, utilizou-se o **Método de Pesquisa de Mercado** (disponível em www.somatematica.com.br), determinando o número suficiente de contêineres a serem analisados. Neste método é necessário encontrar a variável mais importante, ou grupo mais significativo. A variável mais importante a ser buscada apresentará um valor máximo de ocorrências, para chegar ao número de amostras que devem ser analisadas, procura-se este valor máximo em bibliografias existentes, se não existir, faz-se um estudo piloto com 50% para p ;

(p = porcentagem de ocorrência esperada para a propriedade)

Neste caso existem bibliografias que serviram como referencia para determinação do “ p ”. Fez-se um levantamento em literaturas existentes sobre caracterizações de Resíduos da Construção Civil, realizadas em Municípios Brasileiros, conforme resumo apresentado na Tabela 3.2:

Tabela 3.2 - Porcentagens de materiais com maior número de ocorrências, nos Resíduos da Construção Civil caracterizados em alguns Municípios Brasileiros.

MUNICÍPIOS	PERCENTUAL DE MATERIAIS		
	ARGAMASSA	CERÂMICA	CONCRETO
FLORIANÓPOLIS	28.49	18.73	7.80
SÃO CARLOS	63.67	29.09	4.23
SÃO PAULO	25	30	8
SALVADOR	46	15	7
RIBEIRÃO PRETO	37.4	20.7	21.1
GUARATINGUETÁ	41	22	7
MÉDIA	40	23	7

Fonte: Projeto Entulho Bom (2001), Xavier (2001).

O material que apresenta maior ocorrência é o resíduo de argamassa, com uma média de ocorrência de 40,26%, portanto, será o valor utilizado como p .

$$N = \frac{3,8416 \times p \times q}{E^2} \quad (1)$$

Esta equação foi formatada para uma confiabilidade fixada em 95% $Z_{\alpha/2} = 1,96$.

Sendo: p = porcentagem de ocorrência esperada para a propriedade

$q = 100 - p$

E = distância em porcentagem entre o valor determinado e a porcentagem relativa à população.

Obs.: O valor de N , obtido na equação será dividido por $5m^3$, que é a capacidade média dos contêineres encontrados em Blumenau, para se obter o nº de contêineres que deverão ser analisados.

- Considerando a média de argamassa encontrada na literatura de 40,26% do total de Resíduos da Construção Civil coletado, e analisando os valores individuais, percebe-se que o erro absoluto de 5% representa bem uma variação entre os

valores individuais em relação a média, desta forma este erro deverá ser utilizado no cálculo do número de amostras.

Para um Erro (E) de 5%

$$N = \frac{3,8416 \times 40,26 \times 59,74}{5^2} = 369,58m^3$$

$$N = 369,58m^3 \div 5m^3 = 74 \text{ contêineres}$$

Segundo metodologia apresentada por Pinto (1999), utilizada na pesquisa quantitativa, deve ser feita uma seleção manual dos materiais para sua composição gravimétrica.

b) Determinação do Peso e Volume do resíduo analisado

Como a determinação da amostragem indicou a análise de 74 contêineres, torna-se quase impossível esta quantidade em uma pesquisa individual, realizada em apenas um ano. Por este motivo, buscou-se um método que pudesse reduzir a amostra sem comprometer a confiabilidade, foi então utilizado um método de redução da amostra, o quarteamento.

O total dos 74 contêineres foi dividido ao longo do ano, para maior confiabilidade da representação das amostras, sendo analisados uma média de 6 a 7 contêineres por mês, entre fevereiro e dezembro de 2002.

Neste período, buscou-se um local adequado para a análise destes contêineres. Entre os meses fevereiro e maio de 2002, a análise foi realizada num aterro particular, que pertencia as duas maiores empresas transportadoras de Resíduos da Construção Civil de Blumenau. No mês de maio de 2002 o Aterro foi interditado pela FAEMA, conforme ANEXO 1, devido à presença de materiais não

autorizados à deposição, já que o aterro tinha permissão para receber apenas resíduos da construção civil.

Nos meses de fevereiro, março e abril, e até 10 de maio de 2002, foram analisadas 32 cargas neste aterro particular, equivalente a 17,39 m³ (14,87 toneladas).

Após o fechamento do aterro particular, na metade do mês de maio de 2002, a análise qualitativa passou a ser realizada no Aterro da Parada 1, Aterro que recebe os resíduos sólidos do município (domiciliar, entulho, aparas e varrições).

A análise realizada no Aterro da Parada 1 contou com um novo dado, pois os caminhões eram pesados na entrada do Aterro, assim, já era conhecido o peso total da carga que seria despejada. Mas como era realizado o quarteamento pelo volume e não pelo peso, este dado não influenciou na pesquisa qualitativa, apenas na quantitativa.

As cargas foram analisadas da mesma forma, tanto no aterro particular como no Aterro da Parada 1. Era levada até o local uma balança, para verificação do peso da carga e três recipientes, de 20, 9 e 4,5 litros, para verificação do volume. No aterro havia um trator retro-escavadeira que auxiliava no quarteamento da amostra.

Quando os caminhões descarregavam, já era solicitado a eles que, conforme a carga fosse despejada, o caminhão continuasse em movimento lento para não formar uma pilha, assim, a carga era espalhada no solo. Caso a carga não fosse homogênea, a retro escavadeira fazia uma mistura, homogeneizando a carga (Figura 3.3). Após, a carga era medida longitudinalmente para divisão em duas partes (Figura 3.4), pegava-se uma das partes para nova divisão, se houvesse necessidade era novamente misturada, mas na maioria das vezes não foi necessário.

Nesta segunda parte era realizado o quarteamento, onde se fazia uma medição transversal e longitudinal da amostra. Com o auxílio de uma corda que era colocada em cima da carga, dividia-se a amostra em quatro partes (Figura 3.5), sendo a análise realizada em uma das partes, conforme apresentado na Figura 3.2:

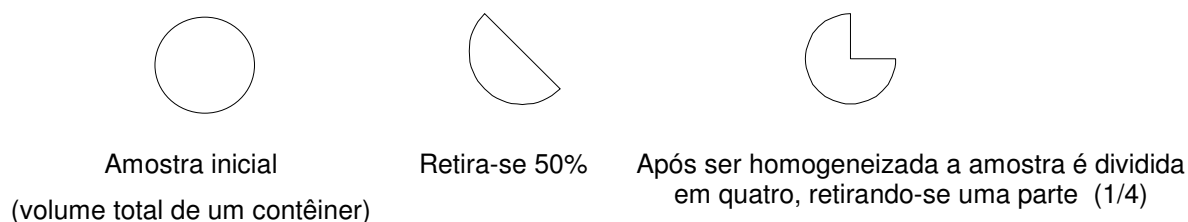


Figura 3.2 - Esquema do quarteamento da carga de Resíduos da Construção Civil



Figura 3.3 – Homogeneização da carga de Resíduos da Construção Civil feita pela retro-escavadeira.



Figura 3.4 – Medição longitudinal para divisão inicial da carga de Resíduos da Construção Civil em duas partes



Figura 3.5 – Quarteamento da carga de Resíduos da Construção Civil

Para verificação final, o resíduo era separado manualmente pela sua composição:

- Argamassa;
- Cerâmica vermelha;
- Cerâmica polida;
- Cerâmica polida e Argamassa;
- Cerâmica vermelha e Argamassa;
- Concreto;
- Ferro;
- Madeira;
- Pedras;
- Podas;
- Solo/Areia;
- Outros.

O material era separado em montes individuais conforme sua composição, cada composição era colocada nos baldes para verificação dos volumes, depois pesados para verificação do peso (Figura 3.6).



Figura 3.6 – Determinação do peso e volume do Resíduo

Este procedimento foi repetido em cada um dos 74 contêineres analisados, 32 no Aterro Particular e 42 no Aterro da Parada 1.

3.3 ANÁLISE QUANTITATIVA E ECONÔMICA DOS AGREGADOS NATURAIS

Para a verificação econômica foi realizada uma coleta da evolução dos preços dos insumos, utilizando como fonte os valores fornecidos pelo SINDUSCON (Sindicato da Indústria da Construção) de Santa Catarina. Utilizou-se dados trimestrais, abrangendo janeiro, abril, julho e outubro, desde janeiro/1985 até janeiro/2003, representando aproximadamente 18 anos de variações.

- ***Índice de Atualização de Preços***

Foi utilizado o IGP-DI, elaborado pela Fundação Getúlio Vargas, que é a média ponderada de seus três índices componentes (IPA-DI, IPC e INCC, com pesos de 60%, 30% e 10%, respectivamente). Trata-se de um indicador de ampla cobertura, que mede a evolução dos preços no atacado, varejo e construção civil.

A base de conversão foi o primeiro preço coletado, de janeiro/1985, sendo a base para conversão segundo a variação do índice. Os valores convertidos foram utilizados para comparação dos valores reais coletados.

Sobre a aquisição de agregados naturais, num primeiro momento, buscou-se dados sobre aquisição de areia e brita apenas na Secretaria de Obras, mas outras Secretarias também utilizam estes materiais, como a Secretaria de Educação por exemplo, na construção ou reforma de suas escolas, ou a Superintendência de Habitação, nas obras de infra-estrutura e construção de Habitações de baixo custo.

Foi então necessário um método que abrangesse todas as compras efetuadas. Isto foi obtido através de pesquisa das Contas Públicas do Município. O levantamento foi realizado na internet, na *homepage* oficial da Prefeitura, referentes a todas as compras de areia e brita feitas pela Prefeitura Municipal de Blumenau, no ano de 2002.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Na fase da caracterização quantitativa dos Resíduos da Construção Civil, os dados coletados foram agrupados em planilhas mensais, com o total de resíduos

gerados em cada uma das bases de informação (conforme item 3.3.1). Após a conclusão das coletas, o total geral de cada item foi agrupado em planilha, para composição da provável geração de Resíduos da Construção Civil em Blumenau.

Na caracterização qualitativa, todos os dados, volume e peso das amostras, eram colocados em planilha individual, gerando um gráfico do percentual da composição de cada amostra analisada. Ao final das análises, os dados de cada amostra foram agrupados para composição final do resíduo da construção civil de Blumenau.

A aquisição de agregados naturais pela Prefeitura Municipal foi coletada através de demonstrativos de compras efetuadas pela PMB, em planilhas mensais coletadas na internet. Destas planilhas foram extraídas apenas as compras de areia e brita, formando uma nova planilha, que ao final gerou o total destes materiais comprados ao longo do ano de 2002.

No Capítulo a seguir são apresentados os resultados e as discussões referentes aos dados da pesquisa.

4 ANÁLISES E RESULTADOS

4.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL EM BLUMENAU

4.1.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL E A ECONOMIA

A Construção Civil é parte integrante e um indicador do crescimento econômico de determinada Região. Todo plano de expansão seja industrial, comercial ou da administração pública, conta com a construção civil como executor do espaço físico e das infra-estruturas necessárias ao crescimento. Ressalta-se também o significativo número de mão de obra absorvida pela construção civil, principalmente a não qualificada. Seu aumento influencia outras indústrias, como de aço, cimento, agregados, madeira, cerâmica, entre outras, proporcionando aumento a vários segmentos industriais.

Segundo o INCC - Índice Nacional de Custo da Construção, elaborado pela Fundação Getúlio Vargas, que afere a evolução dos custos de construções habitacionais, cujos valores acumulados da construção civil podem ser observados na Tabela 4.1:

Tabela 4.1 - Valores percentuais acumulados do INCC - Índice Nacional de Custo da Construção

ANO	ACUMULADO (%)
1989	830,05
1990	1.221,00
1991	464,11
1992	1.165,24
1993	2.514,47
1994	1.239,81
1995	37,71
1996	9,42
1997	7,28
1998	2,74
1999	8,46
2000	8,02
2001	9,03
2002	12,44

Fonte: Fundação Getúlio Vargas

A alta inflação até o ano de 1994 tornou qualquer critério de preços impossível, ficando difícil fazer análises de desenvolvimento neste período, a partir de 1995 a moeda se tornou estável, e isto também se refletiu na construção civil.

A moeda estável traz ao construtor uma certa tranquilidade, onde é possível calcular os gastos nas construções sem preocupar-se com aumentos repentinos não previstos. Esta estabilidade fez crescer também em Blumenau o número de construções a partir do ano de 1994, conforme pode ser observado na Tabela 4.2.

Nos últimos anos, a moeda nacional tem sofrido desvalorização, frente à alta do dólar, transição do governo e, principalmente, o aumento no preço do petróleo, pois muitos materiais utilizados na construção civil possuem o petróleo como matéria prima, como também, pelo transporte que tem forte influencia no valor final dos produtos.

A economia tem reflexo direto na construção civil, a inflação alta faz com que os construtores, sem ter como prever a alta dos preços, acabem tomando medidas de proteção que aumentam os preços dos imóveis e das obras públicas, provocando uma queda na quantidade de obras efetuadas.

Assim, fatores econômicos também influenciam na busca por novos materiais que possam reduzir os gastos na construção civil, dando impulso ao setor.

4.1.2 DADOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM BLUMENAU

A relação da economia com a construção civil também podem ser observadas na quantidade de licença para construir expedida em Blumenau, por exemplo, em 1998 quando houve a menor evolução dos preços, foi o ano após a estabilização da moeda que apresentou o maior pico na área licenciada para construção.

O Governo Federal aumentou os incentivos no financiamento da casa própria e também o financiamento de materiais de construção após a estabilização da moeda Valverde (2001). Isto também impulsionou o aumento das construções em Blumenau a partir de 1993, conforme apresentado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Levantamento de Licenças para Construir - Período 1985 – 2002

ANO	Nº LICENCAS	RESIDENCIAL (m²)	COMERCIAL (m²)	INDUSTRIAL (m²)	RES/COM (m²)	OUTROS (m²)	TOTAL (m²)
1985	1.439	181.390,61	63.774,92	34.135,91	-	-	279.301,44
1986	1.423	204.261,85	93.559,18	29.515,69	-	-	327.336,72
1987	1.234	211.124,46	56.760,34	53.631,34	-	-	321.516,14
1988	1.592	241.721,78	79.343,74	18.824,85	-	-	339.890,37
1989	1.597	234.789,05	55.789,11	26.447,52	-	-	317.025,68
1990	986	239.155,66	50.710,08	4.474,35	-	-	294.340,09
1991	1.219	170.165,27	75.092,58	13.962,26	-	-	259.220,11
1992	2.249	178.392,08	94.916,80	17.841,19	-	-	291.150,07
1993	3.513	352.561,52	67.172,84	52.168,25	-	-	471.902,61
1994	1.270	305.084,30	93.445,48	6.991,02	-	-	405.520,80
1995	1.024	279.574,92	53.783,99	20.519,46	20.344,22	871,19	375.093,78
1996	1.086	218.674,69	34.780,16	33.886,96	42.943,69	2.477,01	332.762,51
1997	1.275	279.026,65	77.614,90	36.466,79	23.622,09	6.874,49	423.604,92
1998	1.111	271.646,67	86.641,16	42.033,77	26.412,98	5.539,94	432.274,52
1999	838	234.565,77	29.991,69	38.862,98	21.108,70	28.986,09	353.515,23
2000	834	207.361,96	42.587,94	24.423,11	20.220,05	6.790,65	301.383,71
2001	895	172.212,02	67.418,98	29.401,33	31.904,20	3.825,04	304.761,57
2002	822	204.881,35	78.596,26	45.072,39	31.579,43	10.579,55	370.708,98
TOTAL	24.407	4.186.590,61	1.201.980,15	528.659,17	218.135,36	65.943,96	6.201.309,25

Fonte: Departamento de Pesquisas e Informações - IPPUB

Na Tabela 4.2 percebe-se uma queda na solicitação de licenças para construir em 1990 e 1991, no mesmo ano em que no Brasil houve uma queda na produção de agregados minerais. Isto mostra que em Blumenau, a crise nacional entre 1990 e 1992, afetou o investidor do mercado de imóveis, um período onde não havia financiamentos da Caixa Econômica Federal, com queda do salário real e planos econômicos, inclusive de bloqueio da caderneta de poupança. Em 2002 ocorreu um crescimento na área construída no Município, mesmo apresentado uma quantidade menor de Licenças expedidas, conforme apresentado na Tabela 4.3.

O levantamento dos totais de habite-se e licença para construir expedido no município, entre os anos de 1996 a 2002, mostram uma diferença nos valores, melhor visualizada na Figura 4.1.

Os dados referentes à licença para construir demonstram melhor a realidade, pois quem obtém esta licença, dificilmente não a executará, enquanto o Habite-se não é expedido para toda obra executada, geralmente não é solicitado no mesmo ano em que a obra foi realizada, refletindo assim dados irrealistas sobre a construção civil nos anos indicados.

A Tabela 4.3 apresenta um levantamento de Habite-se expedidos no Município de Blumenau entre os anos de 1996 e 2002.

Tabela 4.3 - Levantamento de Habite-se em Blumenau.

ANO	Nº HABITE-SE	RESIDENCIAL (M²)	COMERCIAL (M²)	RES/COM (M²)	INDUSTRIAL (M²)	OUTROS (M²)	TOTAL (M²)
1996	400	103.161,96	36.017,84	20.630,21	26.492,57	3.155,32	189.457,90
1997	494	98.250,14	27.448,30	13.994,58	14.954,66	7.326,62	162.517,21
1998	513	166.762,06	101.056,02	21.681,32	30.313,07	2.015,62	318.862,70
1999	397	165.020,16	25.074,45	30.420,01	19.234,03	1.600,82	241.349,47
2000	400	103.161,96	36.017,84	20.630,21	26.492,57	3.155,32	189.457,90
2001	288	113.831,62	6.281,67	6.813,28	5.261,68	4.312,11	136.500,36
2002	336	146.105,35	35.001,96	10.830,09	5.724,07	746,45	198.770,41
TOTAL	2.828,00	896.293,25	266.898,08	124.999,70	109.238,62	22.312,26	1.436.915,95

Fonte: Superintendência de Pesquisas e Informações - IPPUB

Não existe em Blumenau uma fiscalização rigorosa, sobre a expedição do Habite-se durante a execução da obra, levando a maioria da população à não solicitá-la. Em geral, estas solicitações ocorrem, apenas quando são exigidas documentações legais do imóvel para qualquer transação financeira.

Assim, na maioria dos casos, os valores de Habite-se não correspondem a data em que foi realizada a obra.

Na Tabela 4.4 são apresentados os valores de Licença para Construir entre os anos de 1996 e 2002, expedidos no Município de Blumenau.

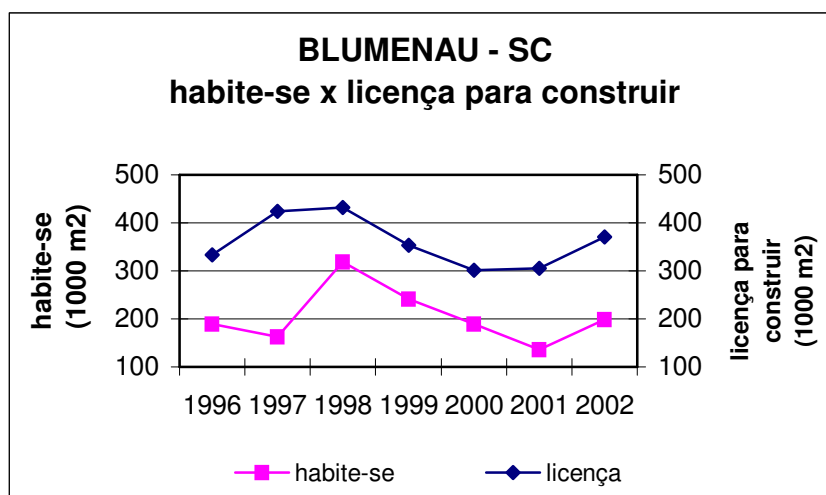
Tabela 4.4 - Levantamento de Licenças para construir em Blumenau.

ANO	LICENCAS	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	RES/COM	OUTROS	TOTAL (M²)
1996	1.086	218.674,69	34.780,16	33.886,96	42.943,69	2.477,01	332.762,51
1997	1.275	279.026,65	77.614,90	36.466,79	23.622,09	6.874,49	423.604,92
1998	1.111	271.646,67	86.641,16	42.033,77	26.412,98	5.539,94	432.274,52
1999	838	234.565,77	29.991,69	38.862,98	21.108,70	28.986,09	353.515,23
2000	834	207.361,96	42.587,94	24.423,11	20.220,05	6.790,65	301.383,71
2001	895	172.212,02	67.418,98	29.401,33	31.904,20	3.825,04	304.761,57
2002	822	204.881,35	78.596,26	45.072,39	31.579,43	10.579,55	370.708,98
TOTAL	6.861	1.588.369,11	417.631,09	250.147,33	197.791,14	65.072,77	2.519.001,44

Fonte: Superintendência de Pesquisas e Informações - IPPUB

A Figura 4.1 apresenta a relação entre os pedidos de Habite-se e Licenças para Construir, no Município de Blumenau. Nesta Figura é possível visualizar a

diferença entre estes dois índices, dando maior credibilidade aos dados das Licenças para construir expedida. Pode-se também observar o crescimento no ano de 2002, tanto nas Licenças como no Habite-se, não correspondendo a previsões econômicas que apresentavam queda na Construção Civil, devido principalmente ao aumento do dólar e transição do governo, que aumentou o Índice Nacional de Custo da Construção em 2002.



Fonte: Conforme Tabelas 4.3 e 4.4

Figura 4.1 - Relação entre habite-se x licença para construir em Blumenau

Já a Figura 4.2 traz o crescimento da construção civil em Blumenau nos anos em que já havia controle inflacionário no país. Nota-se que a Construção Civil vinha se mostrando estável acompanhando o crescimento populacional no Município, até o ano de 2001.

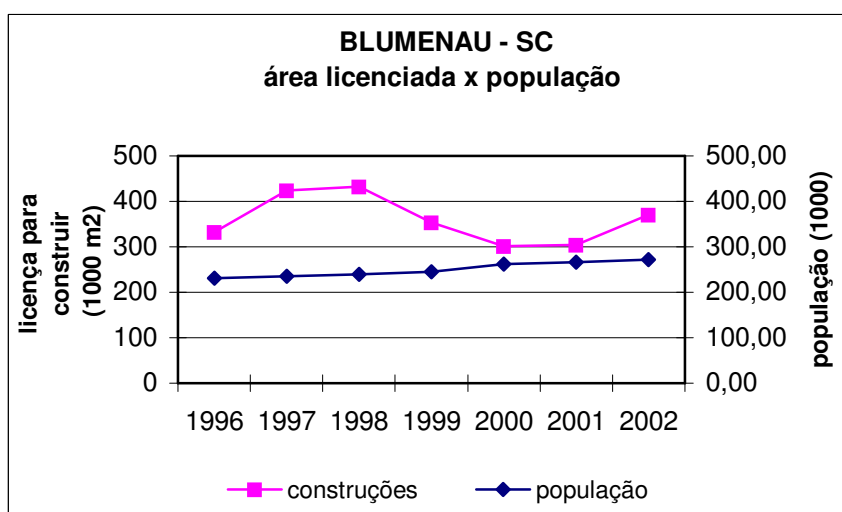


Figura 4.2 - Evolução da área licença para construir e da população em Blumenau

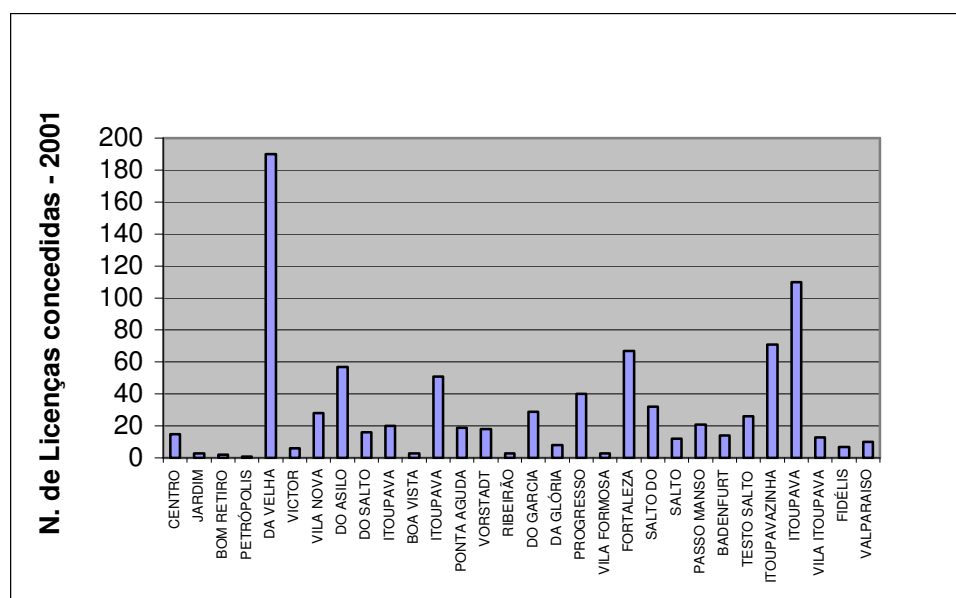
Conforme apresentado anteriormente, na divisão demográfica do Município, os Bairros que mais crescem e as regiões que mais se desenvolvem também aparecem em destaque na tabela 4.5, que apresenta o total de Licenças para construir concedidas pela Prefeitura Municipal em 2001, divididas por bairro.

Tabela 4.5 - Levantamento de Licenças para Construir em Blumenau por Bairro em 2001.

BAIRRO	LICENÇAS PARA CONSTRUIR						
	Nº	ÁREA LICENCIADA					
		RES.	COM.	RES/COM	IND.	OUTROS	TOTAL
CENTRO	15	6.516,79	6.999,64				13.516,43
JARDIM BLUMENAU	3	234,95					234,95
BOM RETIRO	2		2.286,64				2.286,64
PETRÓPOLIS	1						
DA VELHA	190	23.255,47	3.341,83	6.754,87	10.228,32	260,10	43.840,59
VICTOR KONDER	6	20.121,60	59,70				20.181,30
VILA NOVA	28	43.324,67	17,50	14.294,19			57.636,36
DO ASILO	57	15.701,26	2.785,35	409,57	1.013,60		19.909,78
DO SALTO	16	1.960,52	953,99	813,3			3.727,81
ITOUPAVA SECA	20	2.161,50	4.607,16	910,14		39	7.717,80
BOA VISTA	3	218,22	257,12				475,34
ITOUPAVA NORTE	51	6.753,47	3.108,27	511,13	663,6	744,33	11.780,80
PONTA AGUDA	19	1.533,68	4.741,81	118,82		884,68	7.278,99
VORSTADT	18	3.704,56	730,46				4.435,02
RIBEIRÃO FRESCO	3	742,57					742,57
DO GARCIA	29	4.008,70	932,65	363,27		270	5.574,62
DA GLÓRIA	8	681,56	284,48				966,04
PROGRESSO	40	4.282,21		248,55	697,30	305,64	5.533,70
VILA FORMOSA	3	124,2			510,19		634,39
FORTALEZA	67	8.659,06		146,46	691,63	151,2	9.648,35
SALTO DO NORTE	32	2.470,94	11.588,24	1.229,44	405		15.693,62
SALTO WEISSBACH	12	1.286,07	1.072,88		741,4		3.100,35
PASSO MANSO	21	1.444,73	5.427,72		6054,25		12.926,70
BADENFURT	14	1.487,23			784,20		2.271,43
TESTO SALTO	26	2.197,16	1.117,28	564,44			3.878,88
ITOUPAVAZINHA	71	5.622,61	10.591,43	737,38	1.208,25	246,89	18.406,56
ITOUPAVA CENTRAL	110	10.852,24	6.514,83	2.299,77	7.201,98	892,09	27.760,91
VILA ITOUPAVA	13	904,9				31,11	936,01
FIDÉLIS	7	1.019,93			205,6		1.225,53
VALPARAISO	10	941,22			1.498,88		2.440,10
TOTAL	895	172.212,02	67.418,98	29.401,33	31.904,20	3.825,04	304.761,57

Fonte: Departamento de Pesquisas e Informações – IPPUB

A Figura 4.3 sintetiza esta distribuição de licenças para construir expedida no ano de 2001 em Blumenau.



Fonte: Departamento de Pesquisas e Informações - IPPUB

Figura 4.3 - Distribuição por bairro do número de licenças para construir concedida em 2001.

O Bairro da Velha aparece com o maior número de Licenças concedidas no ano de 2001, apesar de não ser a maior área total, ficando atrás do Bairro Vila Nova. Mas é o que mais se destaca na solicitação de licenças para construção de Indústrias, já que o Bairro Vila Nova possui uma característica mais residencial.

Também é possível perceber o desenvolvimento Comercial e Industrial da Região Norte e Oeste, principalmente comercial nos Bairros das Itoupavas, Salto do Norte, Velha, Passo Manso e o Centro.

Os Bairros da Região Sul como Garcia, Gloria e Progresso mostraram um desenvolvimento insignificante nas construções de áreas comerciais e industriais no ano de 2001.

4.1.3 AS OBRAS PÚBLICAS DE INFRA-ESTRUTURA URBANA NO MUNICÍPIO

a) Obras de pavimentação

Blumenau possui um contrato junto ao BNDS (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), conhecido como Projeto Blumenau Século XXI, que são investimentos a serem feitos no sistema viário do município nos próximos 3

anos. São previstas 67 obras incluindo, melhorias na malha viária, na ligação dos bairros e no serviço de transporte coletivo. O total a ser investido na melhoria da malha viária do município é de R\$ 33 milhões, dos quais R\$ 19,7 milhões do governo federal e R\$ 13 milhões da Prefeitura Municipal de Blumenau.

A Tabela 4.6 apresenta as obras de pavimentação asfáltica realizadas pelo Projeto Blumenau Século 21 no ano de 2001:

Tabela 4.6 - Pavimentos em Asfalto realizados em Blumenau no ano de 2001

BAIRRO	RUA	QUANT. Km
Fortaleza	Francisco Vahldieck	2,2
Itoupava Central	Gustavo Zimmermann	2
Itoupava Norte	Dois de Setembro	2,23
Progresso	Santa Maria	1
Velha	Caçadores	3,76
TOTAL		11,19

A Figura 4.4, adaptada da Tabela 4.6, apresenta a distribuição das pavimentações asfálticas realizadas dentro do Município, mostrando a tendência de desenvolvimento e também investimentos na Região do Bairro da Velha e nos Bairros das Itoupavas.

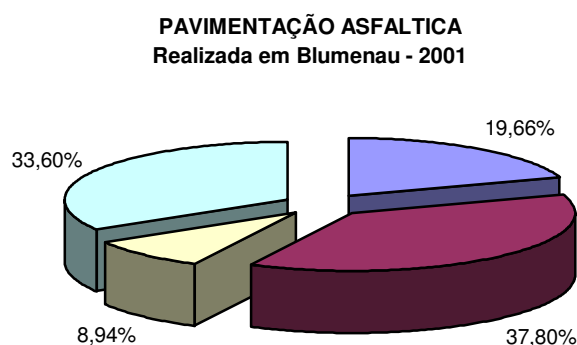


Figura 4.4 – Distribuição percentual das obras de pavimentação asfáltica por Bairros em Blumenau, no ano de 2001.

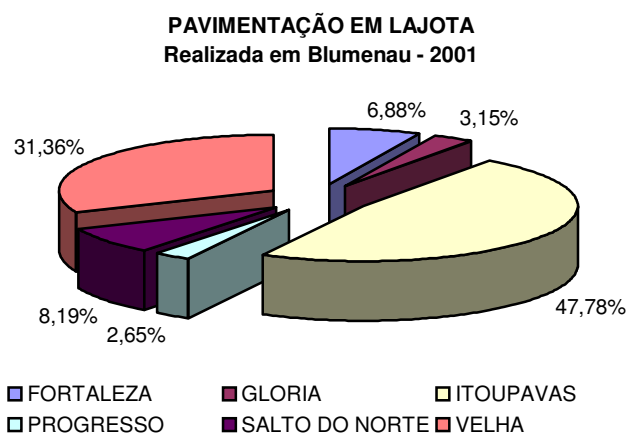
A Tabela 4.7 apresenta as obras de pavimentação em lajotas realizadas também pelo Projeto Blumenau Século 21 no ano de 2001:

Tabela 4.7- Pavimentos em Lajota realizados em Blumenau no ano de 2001

BAIRRO	RUA	QUANT. ML
Fortaleza	Das Bromélias	470
Glória	José Pfiffer	215
Itoupava Central	Tunápolis	100
Itoupava Central	Rodolfo Keunecke	865
Itoupava Norte	Roseli Schoenau	130
Itoupava Norte	Ageu Adão Sabino	296
Itoupava Norte	Max Aldeman	567
Itoupavazinha	Carlos Sebastião Fischer	590
Itoupavazinha	Fritz Bruch	718
Progresso	Pedro Leodegar Moritz	92
Progresso	Valentin Rosembrock	89
Salto do Norte	JohannSachse	560
Velha	Elói Martins Duarte	300
Velha	Francisco Becker	860
Velha	Harry Roepcke	445
Velha	Marcelino Cardoso	239
Velha	Otto Metzner	300
TOTAL		6.836

Fonte: Prefeitura Municipal de Blumenau

As pavimentações em lajota realizadas no Município mostram mais uma vez um maior investimento nos Bairros das regiões norte e oeste, como os Bairros das Itoupavas e da Velha, conforme visualizado na Figura 4.5.

**Figura 4.5** – Distribuição percentual das obras de pavimentação em lajota por Bairros em Blumenau, no ano de 2001.

Segundo a previsão orçamentária, para o ano de 2002 realizou-se uma média de 2.000 m² de calçadas por mês e aproximadamente 65.000 m² de pavimentação com lajotas.

Estas obras ainda não atendem a demanda do Município, que trabalha em obras de pavimentação principalmente pelo sistema de mutirão, através do Orçamento Participativo, onde a comunidade diz suas prioridades e assume junto à Prefeitura uma parcela do valor da obra. Por este motivo, métodos que diminuam o valor final das obras são sempre almejados, tanto pela comunidade, como pelos órgãos públicos.

Nas pavimentações de lajotas a Prefeitura gasta 60% do total da obra em drenagem, preparação do leito da rua, meio fio e areia, etapas onde o uso do agregado reciclado de resíduo da construção civil mostra-se bastante viável.

b) Os Programas Habitacionais do Município

Em Blumenau, os Programas Habitacionais são gerenciados pela Superintendência de Habitação, ligada a Secretaria Municipal de Planejamento.

Segundo esta Superintendência, Blumenau possui um déficit habitacional qualitativo na ordem de 4.000 moradias, que configuram habitações sem infra-estrutura e sem condições de habitabilidade. Além destas existe um déficit quantitativo de aproximadamente 6.000 moradias, totalizando um déficit de 10.000 moradias no Município.

Blumenau, por ser um Município com forte industrialização, atrai um grande número de imigrações em busca de empregos, o que agrava seu problema habitacional. Muitas famílias acabam se alojando em subabitações, que na maioria das vezes ocorre em terrenos com topografia acidentada, configurando áreas de risco, onde já ocorreram várias tragédias de desmoronamento devido a enxurradas fortes.

Para amenizar estes problemas habitacionais o Governo Municipal criou uma política, dividida em quatro programas, assim apresentada pela Superintendência de Habitação:

Tabela 4.8 – Apresentação dos quatro programas habitacionais da Superintendência de Habitação

PROGRAMA HABITACIONAL	PRINCIPAIS REALIZAÇÕES EM 2001	METAS PARA 2002 / 2003
Construindo Legal (Programa de assessoria técnica para construção de moradias econômicas)	<ul style="list-style-type: none"> Fornecimento e aprovação de 80 projetos de moradias econômicas 	<ul style="list-style-type: none"> Firmar convênio com UNIVERSIDADE e CREA para otimizar o atendimento através de convênio já firmado com a AEAMVI; Atender através deste programa de assessoria técnica aproximadamente 240 famílias.
Nossa Casa (Programa habitacional para atendimento isolado)	<ul style="list-style-type: none"> Fornecimento de projetos, assessoria técnica e financiamento de 22 unidades habitacionais; Gerenciamento técnico para construção de 22 unidades habitacionais isoladas; Assessoria técnica e fornecimento de matérias para auxílio emergencial em 18 residências. 	<ul style="list-style-type: none"> Resgatar convênio firmado com o Governo do Estado, através do programa VIVA CASA, da Cohab, para financiar a construção de 70 unidades habitacionais; Atendimento emergencial de até três famílias por mês com o valor máximo de R\$ 1.000,00 por família. Meta de 72 famílias atendidas; Financiamento para famílias proprietárias de lotes regularizados de até R\$ 5.000,00, perfazendo em dois anos em torno de 100 famílias atendidas.
Construindo Juntos (Programa de produção e incentivo à produção de moradias econômicas)	<ul style="list-style-type: none"> Elaboração de 15 unidades habitacionais para atendimento de casos de emergências no Loteamento Madre Paulina; Construção de 100 unidades habitacionais no Conjunto Habitacional Jardim Flamboyant. 	<ul style="list-style-type: none"> Produção de 480 unidades habitacionais através do PAR - Programa de Arrendamento Residencial, em parceria com a Caixa Econômica Federal; Produção de 36 unidades habitacionais na quadra central do Conjunto Habitacional Libertadores para atender famílias desabrigadas devido às enxurradas de 2001; Produção de 20 unidades habitacionais nos conjuntos Habitacionais Henry Mill e Madre Paulina destinadas ao atendimento de famílias cadastradas na Superintendência de Habitação.
Cidade Popular (Programa de regularização fundiária e recuperação de assentamentos humanos em áreas degradadas)	<ul style="list-style-type: none"> Construção de 15 unidades habitacionais em regime de autoconstrução no Conjunto Habitacional Imigrantes 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar projeto de urbanização do Morro da Pedreira/Portal da Saxônia, Morro do Arthur, Morro Dona Edith e Vila União; Conclusão do projeto de urbanização da Vila Feliz, 50 famílias; Execução do projeto de urbanização da do Morro da Pedreira/Portal da Saxônia, 300 famílias; Regularização dos loteamentos implantados pelo município; Regularização da gleba de terra da antiga Fazenda Bromberg, 200 famílias.

Fonte: Superintendência de Habitação da PMB, 2002

A Superintendência também coloca a necessidade de uma ampla reforma fundiária urbana que possibilite o acesso da população de baixa renda às áreas com infra-estrutura urbana adequada.

A Tabela 4.9 apresenta um resumo das atividades concluídas em 2001 pela Superintendência de Habitação.

Tabela 4.9 - Obras e projetos concluídos em 2001 pela Superintendência de Habitação de Blumenau.

Serviço oferecido	Nº de moradias
Projetos fornecidos para construção de moradias	80
Projeto e construção	170
TOTAL	250

Fonte: Superintendência de Habitação – Prefeitura Municipal de Blumenau

As 250 moradias executadas no ano de 2001 correspondem a aproximadamente 2,5% da demanda habitacional do Município. Este número está muito aquém do ideal, mesmo com ampliação das obras nas metas previstas para 2002 e 2003 apresentadas na Tabela 4.10, o Município necessita de mais investimentos nesta área.

A Tabela 4.10 traz a descrição das obras realizadas em 2002 e as metas para 2003, apresentadas pela Superintendência de Habitação.

Tabela 4.10 - Obras e projetos para os anos de 2002 e 2003

Serviço oferecido	Nº de moradias
Assessoria no projeto e na obra	240
Financiamento de moradias	142
Projeto e construção	686
TOTAL	1.068

Fonte: Superintendência de Habitação – Prefeitura Municipal de Blumenau

Cabe salientar que acabar totalmente com o déficit habitacional é uma questão muito delicada, principalmente em um Município com forte desenvolvimento industrial, que recebe imigrante a todo o momento, a maioria em busca de empregos. Esta população, sem possibilidade de acesso à habitação, concorre para o agravamento do

fenômeno da invasão que tanto tem contribuído para o aumento de construções em áreas de risco no Município.

Portanto uma Administração Pública sempre deve continuar apresentando idéias para melhoria e qualidade de vida social e econômica de seus habitantes, principalmente destas comunidades que estão localizadas em áreas de assentamentos precários, muitas vezes oferecendo condições subumanas de moradias.

A prática destes Programas Habitacionais criados pela Superintendência de Habitação do Município de Blumenau e outros que possam ser incorporados deve sempre colocar o processo de urbanização destas áreas como prioridade, a não ser em áreas que oferecem riscos.

O processo de urbanização sendo feito de forma conjunta com Administração Pública, Comunidade e Universidade, pode contribuir na produção de tecnologias aplicáveis a produção de infra-estruturas urbanas, que venham a ser implantadas nestas áreas. Pode-se considerar, por exemplo, para os futuros projetos, a implantação de tecnologias que utilizem o agregado reciclado de resíduo da construção civil como material alternativo nestas obras.

4.2 O CONSUMO DE AGREGADOS NATURAIS NAS OBRAS PÚBLICAS

4.2.1 OBRAS PÚBLICAS DE HABITAÇÃO

Em levantamento realizado pela FIPE – Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas da USP apud Valverde (2001), constatou-se que, em obras de autoconstrução, uma unidade básica de 35 m² consome 21 teladas de agregados, já uma unidade construída pelo poder público com 50 m², consome 68 teladas.

As unidades construídas pela Prefeitura Municipal de Blumenau estão entre 40 e 50 m², dentro desta média apresentada pela FIPE, com isto é possível ter uma previsão de gastos de agregados naturais (areia e brita) apresentados na Tabela 4.11:

Tabela 4.11 - Previsão de consumo de Agregados Naturais nas Obras Habitacionais da Prefeitura Municipal de Blumenau entre os anos 2001 e 2003

Período	Nº de moradias Autoconstrução (21 t/moradia)	Nº de moradias básicas (68 t/moradia)	Previsão de agregados consumidos
2001	15	235	16.295 toneladas
2002 e 2003	-	1068	72.624 toneladas

O uso do resíduo da construção civil em forma de agregado reciclado, poderia ser inserido no Programa Construindo Juntos, que busca formas de tornar a moradia mais econômica, e principalmente, nos projetos de infra-estruturas urbanas que estão sendo realizadas para recuperação de áreas degradadas.

O agregado reciclado também pode ser utilizado na construção de calçadas, bocas de lobo, meio fio, lajotas, entre outros, pois este material mostra-se bastante adequado para obras de infra-estrutura urbana, como nestas áreas, que vem sendo recuperadas pela Superintendência de Habitação da Prefeitura Municipal de Blumenau.

4.2.2 OBRAS PÚBLICAS DE PAVIMENTAÇÃO

As obras de pavimentações em Blumenau utilizam como agregados além da areia e brita, o macadame, para cobertura de vias não pavimentadas.

Para obtenção da quantidade de areia e brita consumida pela Prefeitura Municipal em suas obras públicas, consideraram-se os dados recolhidos nas contas públicas do Município, que descrevem as compras efetuadas durante o ano, conforme descrito na Tabela 4.12.

Tabela 4.12 - Quantidade de agregados naturais (areia e brita) adquiridos pela Prefeitura Municipal de Blumenau nos anos de 2000, 2001 e 2002.

AGREGADO	TOTAL(m³)			TOTAL(t)		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Areia Fina	1.200	1.100	1.205	1.062	973	1.066
Areia Média	77.600	33.785	39.700	68.673	29.898	35.133
Areia Grossa	1.300	900	1.705	1.150	796	1.509
Areia Suja	-	800	-	-	708	-
Brita nº 0	150	-	720	133	-	637
Brita nº 1	42.000	35.500	58.680	37.168	31.416	51.929
Brita nº 2	31.400	45.000	152.924	27.788	39.823	135.331
Brita nº 3	-	-	480	-	-	425
Pedrisco/pó	32.600	2.841	3.426	28.850	2.514	3.032
TOTAL	186.250	119.926	258.840	164.824	106.128	229.062

Fonte: Prefeitura Municipal de Blumenau – Compras.

Nas obras de infra-estrutura urbana, que incluem as pavimentações em macadame, a Secretaria de Obras e Serviços Urbanos da PMB divide o Município em quatro áreas:

ÁREA I: Bairro Velha;

ÁREA II: Bairro Itoupavazinha, Bairro Itoupava Central, Bairro Fortaleza;

ÁREA III: Bairro Ponta Aguda, Centro e Bairro Vorstadt;

ÁREA IV: Bairro Garcia, Bairro Progresso, Bairro Glória.

O suprimento da demanda de materiais utilizados em vias públicas não pavimentadas e/ou projetos de pavimentação como camada estrutural, a PMB realiza a extração de Macadame na forma de uma terraplanagem civil, sem preparo do agregado e sem comercialização, extraindo materiais de 1ª e 2ª.; 2ª. especial e 3ª. (com uso de explosivos), utilizando-se das seguintes jazidas:

JAZIDA NOVA TERRA: abastece a Área I;

JAZIDA 1001: abastece a Área II (esta jazida fica localizada no município de Indaial/SC);

JAZIDA DAS MINAS: abastece as Áreas III e IV (esta jazida fica localizada no Município de Gaspar/SC).

A Secretaria de Obras apresentou um resumo das atividades de 55 meses de extração (de Janeiro/1997 até Julho/2001):

- Volume total extraído: 951.259,00 m³
- Volume médio anual: 200.000,00 m³/ano
- Volume médio mensal: 17.000,00 m³/mês
- Volume médio/área: 5.500,00 m³/mês

Deste total, 97% foram utilizados em macadamização de ruas não pavimentadas, os outros 3% foram utilizados em obras de proteção de encostas/margens, gabiões e em camadas estruturais de obras de pavimentação. A Secretaria de Obras estima que o custo deste serviço fique assim dividido:

Escavação + descarga	=	R\$ 1,50/m ³
Transporte	=	R\$ 2,90/m ³
Patrolamento	=	<u>R\$ 2,30/m³</u>
		R\$ 6,70/m ³ (R\$ 8,04t)

Comparação com outros tipos de pavimentos: Lajota = R\$ 16,00/m²

Asfalto = R\$ 36,00/m²

Nesta comparação de preços existe uma grande diferença, mas deve-se levar em consideração que esta macadamização tem que ser repetida a cada chuva ocorrida, aumentando assim o custo desta opção, não só econômico como também ambiental, pelo volume maior de material que é extraído, causando degradação das áreas de extração.

Para uma simulação entre os valores pagos pela Prefeitura na compra dos agregados naturais e o quanto seria pago se os agregados fossem os reciclados de resíduos da construção civil, buscou-se dados da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, pois é a que apresenta um dos melhores exemplos de funcionamento de usinas de reciclagem e utilização do agregado reciclado em suas obras públicas, principalmente em sub-base de pavimentações.

Em consulta realizada junto a esta Prefeitura, sobre o valor final da produção do agregado reciclado nas duas estações de reciclagem que possuem, Estoril e Pampulha, informaram estar produzindo o agregado reciclado pelo valor final de R\$ 5,22/t (valor de julho/2002), incluindo todos os gastos, como: depreciação, maquinário, pessoal, energia, entre outros.

A Tabela 4.13 apresenta uma comparação entre os valores pagos pelo agregado natural e os valores estimados se fossem utilizados agregados reciclados de resíduos da construção civil.

Tabela 4.13 – Simulação entre valores pagos por agregados naturais e agregados reciclados de resíduos da construção civil.

AGREGADO	TOTAL(t)	VALOR UNIT. MÉDIO (R\$) (agregado natural)	VALOR TOTAL PAGO (R\$)	VALOR ESTIMADO AGREGADO RECIKLADO **
Areia Fina	1.066	16,80	17.908,80	17.908,80***
Areia Média	35.133	14,90	523.481,70	523.481,70***
Areia Grossa	1.509	15,70	23.691,30	7.876,98
Areia Suja	-	12,90	-	0,00
Brita nº 0	637	22,00	14.014,00	3.325,14
Brita nº 1	51.929	20,00	1.038.580,00	271.069,38
Brita nº 2	135.331	17,00	2.300.627,00	706.427,82
Brita nº 3	425	15,00	6.375,00	2.218,50
Pedrisco/pó	3.032	17,23	52.241,36	15.827,04
TOTAL			3.976.919,16	1.548.135,36

Fonte: Prefeitura Municipal de Blumenau – Compras 2002

* - Valores estimados.

** - Considerando o valor de R\$ 5,22/t do agregado reciclado produzido em Belo Horizonte.

*** - Areias finas e médias possuem propriedades superiores, principalmente por serem lavadas, que não tornam possíveis substituições por agregados reciclados de resíduos da construção civil.

Nesta simulação, o custo para a Prefeitura Municipal de Blumenau teria reduzido R\$ 2.428.783,80 no ano de 2002, substituindo os agregados naturais por reciclados, uma economia de 61%.

Já para pavimentações com macadame, convertendo em peso, o valor é de R\$ 8,04/t, neste caso o valor é mais alto que os agregados reciclados, que está estimado em R\$ 5,22/t em Belo Horizonte.

Além da vantagem econômica obtida pela substituição, é bom salientar que a extração do macadame para pavimentação vem encontrando cada vez mais dificuldades, devido ao esgotamento das reservas, expansão urbana e pressões ambientais. Mais um fator de incentivo para utilização de agregados reciclados de resíduos da construção civil nestas pavimentações.

4.2.3 O CONSUMO DE AREIA

Os dados sobre o consumo e extração de Areia no Rio Itajaí Açu foram extraídos do RIMA (Relatório de Impacto ao Meio Ambiente) – sobre o Impacto Ambiental da Atividade de Mineração de Areia na Bacia do Itajaí Açu – SC.

As leis Ambientais exigem que estes estudos devam ser feitos antes da atividade iniciar, mas neste caso as Empresas já vem praticando a extração há muitos anos, e só agora foi exigido este Relatório para obterem renovação da licença junto a FATMA. Isto foi questionado pela população e por outros Pesquisadores, pois, segundo eles, pouco apresenta sobre os danos já causados pela extração e a solução para estes casos.

Uma das principais restrições é a extração próxima das margens, praticadas por algumas empresas, e que terão que rever esta pratica. No Bairro Boa Vista por exemplo, a Associação de Moradores vem se reunindo para exigir da Prefeitura o impedimento de extração no Bairro, pois segundo eles, vários moradores perderam terrenos devido ao desbarrancamento na margem do Rio.

A pressão ambiental vem configurando um grande aliado na diminuição da extração de areia, os extratores dizem que dois terços do preço da areia é referente ao transporte e qualquer restrição na extração refletirá no preço final.

Hoje existem 75 áreas licenciadas de Extração de Areia no Rio Itajaí Açu, entre os Municípios de Blumenau e Itajaí, atingindo uma área de 2.794 Km², explorados por 28 Empresas Mineradoras.

Estas Empresas Mineradoras extraem em média 93.000 m³/mês de Areia do Leito do Rio, uma média de 3.500 m³/mês por Empresa.

Deste total, segundo o SIEASC, o Município de Blumenau consome em média 30.000 m³/mês de areia, onde 3.000m³ são consumidos por obras públicas e as demais, 27.000 m³, por obras particulares.

O Instituto de Pesquisas Econômicas da USP – FIPE, em um estudo de Diretrizes para mineração de areia na Região Metropolitana de São Paulo, constatou que o gasto de areia nas seguintes obras é:

A Pavimentação Urbana com 1 Km consome: entre 2000t a 3250t, uma média de 2.625 t, já em estrada vicinal para 1 Km construído são consumidos 2.800t.

Conforme apresentado nas Obras realizadas foram realizados no ano de 2001:

11,19 Km de pavimentação em asfalto
com uma média de 2.712 t/1 Km
foi consumido 30.345t de areia

6,84 Km de pavimentação em lajota
com uma média de 2.800 t/1 Km
foi consumido 19.140t de areia

4.3 ANÁLISE DA VARIAÇÃO DOS PREÇOS DE INSUMOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Nesta etapa realizou-se um levantamento do comportamento dos preços da areia lavada e brita, materiais básicos para substituição pelo agregado reciclado. A partir de dados coletados sobre o valor médio de areia e brita em Santa Catarina, durante 17 anos (1985 a 2002) procurou-se ilustrar, através da plotagem de séries históricas de preços em gráficos, a comparação entre os preços praticados e o índice de deflação utilizado, o IGP-DI, que é a média ponderada de seus três índices componentes (IPA-DI, IPC e INCC, com pesos de 60%, 30% e 10%, respectivamente). Trata-se de um indicador de ampla cobertura, que mede a evolução dos preços no atacado, varejo e construção civil.

a) Análise do preço da areia lavada

O gráfico apresentado na Figura 4.6 mostra para a areia lavada, preços quase sempre abaixo que o preço inicial. De janeiro de 1985, até julho de 1986, o preço coletado foi menor que a inflação. Após este período até abril de 1990 o valor de venda da areia ultrapassou a inflação. De abril de 1990, até os tempos atuais, o valor de venda ficou sempre abaixo da inflação.

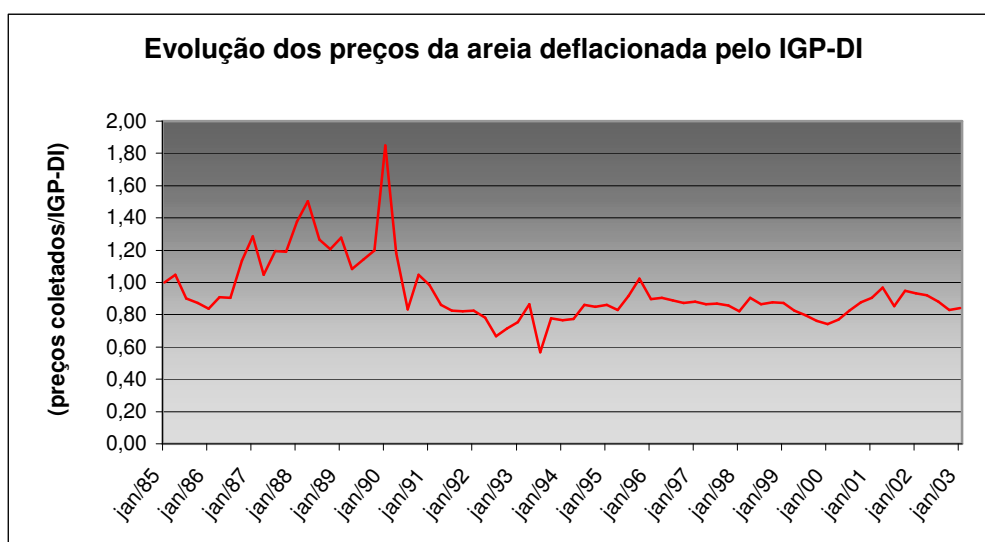


Figura 4.6 - Evolução do preço da areia lavada deflacionado pelo IGP-DI.

b) Análise do preço da brita

Já a brita apresenta uma oscilação maior nos preços: No ano de 1995 o valor pago foi maior que a inflação; em 1986 o valor pago ficou abaixo da inflação; em 1987 voltou a ficar maior o valor pago em relação a inflação; de 1988 até janeiro de 1990 o valor pago ficou abaixo da inflação; em julho de 1994 até julho de 1997 o valor pago ficou acima da inflação; desde outubro de 1997 até janeiro de 2003 o preço pago pela brita em Santa Catarina está abaixo da inflação.

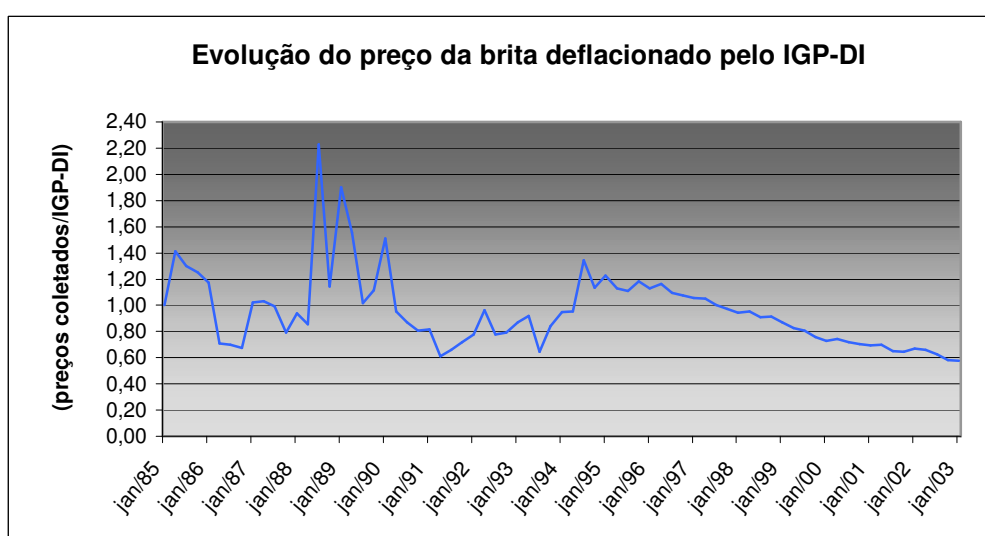


Figura 4.7 - Evolução do preço da brita deflacionado pelo IGP-DI.

O preço do agregado natural na Região de Blumenau apresenta preços abaixo da média nacional, por exemplo, em São Paulo os valores pagos pela brita estão acima

da inflação. Na região estes materiais ainda são bastante acessíveis, e com baixo valor, conforme comenta Valverde (2001), “Por serem produtos de baixo valor e constituírem recursos minerais dos mais acessíveis à população, a possibilidade de substituição da areia e brita por outros produtos naturais ou industrializados é quase nula”.

Assim a substituição destes materiais por reciclados analisando apenas pela questão econômica não é o maior aliado da utilização deste processo na Construção Civil. A questão ambiental neste caso é o maior aliado, em Blumenau ainda não existe a exaustão das áreas de extração, mas a tendência é a diminuição destas áreas, principalmente por pressões ambientais.

4.4 OS RESÍDUOS SÓLIDOS EM BLUMENAU

4.4.1 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE é o responsável pelo gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos de Blumenau.

O SAMAE foi criado pela Lei nº 1.370, de 11 de agosto de 1966, atuando somente no tratamento de água. Em dezembro de 1997 começou a operar uma Estação de Tratamento de Esgoto-ETE, instalada no Bairro Garcia, atendendo apenas este bairro, a qual está conectada a uma rede coletora com 28 quilômetros de extensão. A capacidade de ligações é de 3.500 economias, mas o número de ligações efetivas até setembro de 2001 era de 1.177.

A partir de janeiro de 2002, com a aprovação da Lei Complementar nº 347 pela Câmara de Vereadores (ANEXO 2), o SAMAE assumiu o gerenciamento dos resíduos sólidos em Blumenau. O aterro que hoje é controlado, conforme Figura 4.8, passará a ser tratado. Com a implantação de um projeto para tratamento do lixo domiciliar, o Aterro da Parada 1, que atende todo o Município, servirá como local para o tratamento mecânico-biológico, onde os resíduos após serem moídos, serão dispostos em leiras com até 3m de altura e aerados naturalmente (Figura 4.9). Os resíduos levarão cerca de oito meses para decomposição e desidratação, depositados em local impermeabilizado (Figura 4.10), sem gerar cheiro, gases e chorume.

A Lei Complementar Municipal nº 347 estabeleceu que a cobrança da taxa fosse transferida do carnê do IPTU para a fatura de serviços do Samae, com uma nova fórmula de cálculo. Para estabelecer o valor de cada domicílio, são levados em conta, os números de habitantes (relacionado com o consumo médio de água); e os custos de coleta, tratamento, deposição e gerenciamento dos resíduos.

A média mensal paga em 2002, pelo tratamento do lixo, por residência, é de R\$ 3,75 e o valor mínimo mensal por residência é R\$ 0,28.

O preço da telada de Resíduos Domiciliares com a implantação do novo sistema foi calculado pela Prefeitura Municipal em R\$ 82,00/t, assim discriminado:

Tabela 4.14 - Custos da disposição de resíduos sólidos urbanos

TIPO DE SERVIÇO	R\$/T.
Coleta domiciliar / transporte	45,00
Tratamento	23,00
Deposição no aterro	10,00
Gerenciamento	4,00
TOTAL	82,00



Figura 4.8 - Aterro da Parada 1, no sistema de Aterro Controlado, sem tratamento.



Figura 4.9 - Resíduo na leira, onde ocorrerá o novo tratamento biológico



Figura 4.10 - Local impermeabilizado para deposição do resíduo tratado

Com 261.808 habitantes (IBGE, 2000), segundo informações do SAMAE, Blumenau produz uma média de 170 teladas diárias de resíduos sólidos domiciliares, uma geração per capita de 0,65 Kg/hab dia, que são coletados por uma empresa contratada pelo SAMAE (terceirizada), que utiliza 10 caminhões e 2 pick-up nas coletas diárias, atingindo cerca de 95% dos domicílios de Blumenau.

Tabela 4.15 - Composição total dos Resíduos Sólidos recebidos no Aterro da Parada 1 em 2002

MÊS	RESÍDUO SÓLIDO DOMICILIAR	APARAS	RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	OUTROS	TOTAL
FEV	4.303.930	151.860	816.550	374.670	5.647.010
MAR	4.701.240	94.465	948.330	223.440	5.967.475
ABR	4.877.960	196.800	1.347.525	426.800	6.849.085
MAI	4.725.340	329.020	1.964.750	535.740	7.554.850
JUN	4.548.330	260.490	2.251.620	342.880	7.403.320
JUL	4.692.620	360.530	2.396.620	490.280	7.940.050
AGO	4.969.900	150.390	3.108.950	473.700	8.702.940
SET	4.392.690	168.230	2.640.200	390.560	7.591.680
OUT	5.738.153	177.240	4.892.860	641.076	11.449.329
NOV	5.182.592	149.860	4.473.889	390.430	10.196.771
DEZ	4.969.560	173.720	4.019.820	386.800	9.549.900

Fonte: SAMAE – Resíduos Sólidos

Tabela 4.16 - Composição percentual dos Resíduos Sólidos recebidos no Aterro da Parada 1 em 2002

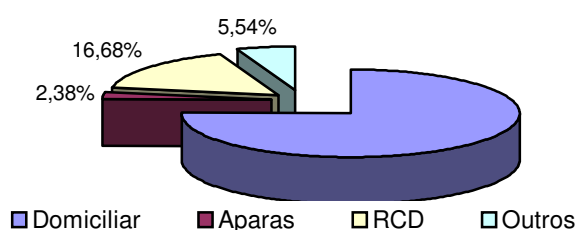
MÊS	Domiciliar	Aparas	Construção Civil	Outros
FEV	76,22	2,69	14,46	6,63
MAR	78,78	1,58	15,89	3,74
ABR	71,22	2,87	19,67	6,23
MAI	62,55	4,36	26,01	7,09
JUN	61,44	3,52	30,41	4,63
JUL	44,09	3,39	22,52	4,61
AGO	43,01	1,30	25,23	4,10
SET	42,24	1,62	25,39	3,76
OUT	50,12	1,55	42,73	5,60
NOV	50,83	1,47	43,88	3,83
DEZ	52,04	1,82	42,09	4,05

Fonte: SAMAE – Resíduos Sólidos

Em maio de 2002 foi fechado pela FAEMA (Fundação do Meio Ambiente de Blumenau) um aterro particular de recebimentos de resíduo da construção civil, que pertencia as duas maiores empresas transportadoras de resíduo da construção civil do Município. Isso justifica o aumento na porcentagem de resíduo da construção civil recebido no Aterro da Parada 1 após o mês de maio. As Figuras 4.11, 4.12 e 4.13 ilustram esta mudança.

Após o fechamento deste Aterro, a média de recebimento de resíduo da construção civil ficou em torno de 25,91% do total recebido até o mês de setembro. Nos três últimos meses do ano o percentual de resíduo da construção civil saltou para uma média de 42,90% do total de resíduos recebidos no Aterro da Parada 1.

A Figura 4.11 traz a média dos resíduos recebidos no Aterro da Parada 1 no período do ano onde existia um Aterro particular de recebimento de resíduo da construção civil (de fevereiro a abril).

**Figura 4.11** - Distribuição percentual dos RSU em Blumenau – SC entre os meses de fevereiro e abril de 2002.

A Figura 4.12 traz a média de recebimento de RSU no Aterro da Parada 1 após o fechamento do Aterro particular (nos meses de maio até setembro de 2002).

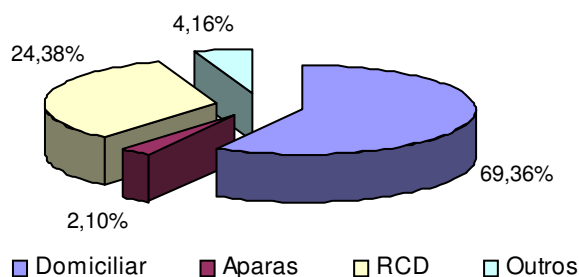


Figura 4.12 - Distribuição percentual dos RSU em Blumenau – SC entre os meses de maio e setembro de 2002.

A Figura 4.13 traz a média de recebimento dos RSU nos últimos meses do ano, apresentando um salto na quantidade de resíduo da construção civil recebidos.

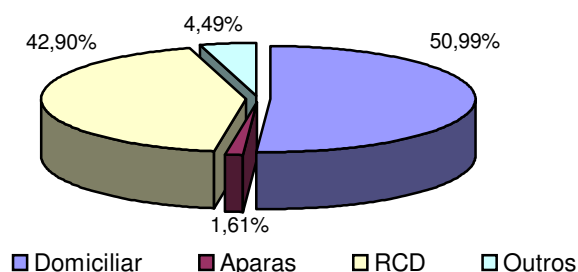


Figura 4.13 - Distribuição percentual dos RSU em Blumenau – SC entre os meses de outubro e dezembro de 2002.

Após o SAMAE ter assumido o controle dos Resíduos Sólidos, no começo do ano de 2002, também aumentou o número de fiscais nas ruas. Com isto foram eliminados os pontos de descarte clandestino, sendo aplicadas multas aos infratores.

Segundo os Fiscais, a maioria dos descartes clandestinos eram feitos nas margens do Rio, pelos próprios Transportadores.

Hoje, dentro do Aterro da Parada 1, o resíduo da construção civil é utilizado como cobertura para os demais resíduos depositados. Com o novo sistema apenas a madeira e podas serão necessárias para cobrir os resíduos moídos, dispostos na leira. Assim será necessário encontrar um novo destino para o resíduo da construção civil.

4.5 AS EMPRESAS TRANSPORTADORAS DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Blumenau possui 6 (seis) Empresas Coletoras de Resíduos de Construção Civil, das quais 4 (quatro) estão participando da pesquisa.

Foi realizado contato com todas as empresas transportadoras de resíduo da construção civil, explicando que era um trabalho de cunho científico, mas mesmo assim duas empresas não aceitaram responder os questionários.

Tabela 4.17 - Característica das Empresas Transportadoras

EMPRESAS	Tempo de atuação da empresa	Número de veículos	Número de Contêineres	Média de Contêineres locados/dia	Número de funcionários
Empresa 1	10 anos	6	140	30	11
Empresa 2	04 anos	2	73	17	3
Empresa 3	03 anos	1	4	4	3
Empresa 4	02 anos	2	10	10	3

Fonte: Questionário respondido pelas Empresas Coletoras (APENDICE A)

A Figura 4.14 apresenta algumas características dos Transportadores de resíduo da construção civil que responderam o questionário, ilustrando dados comparativos entre as empresas.

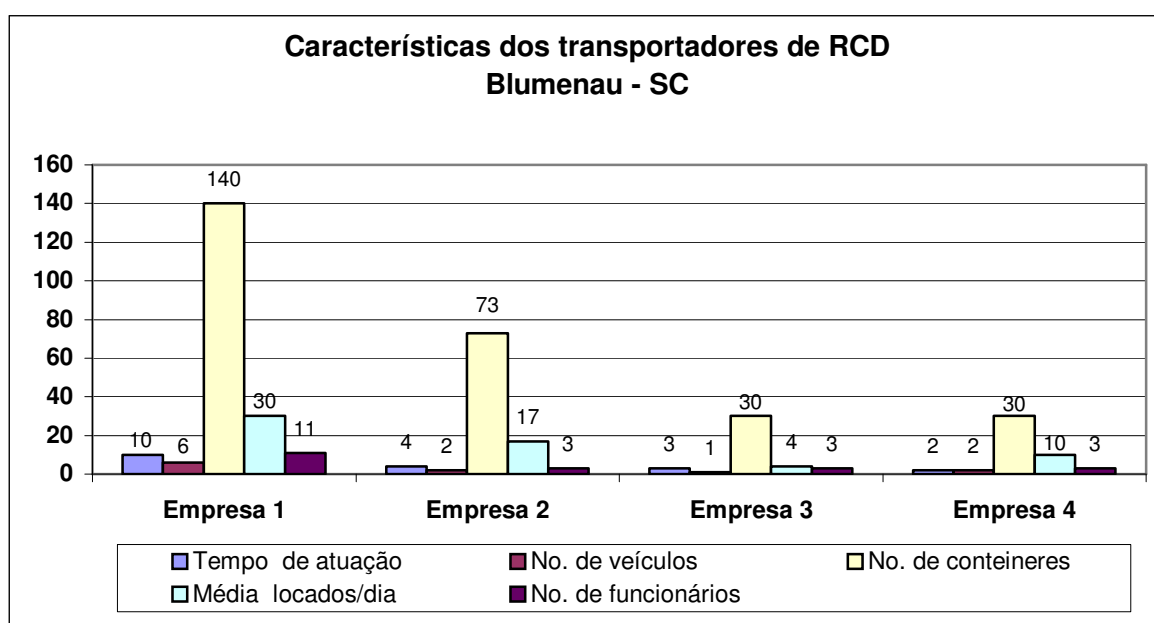


Figura 4.14 - Características dos Transportadores de resíduo da construção civil de Blumenau

A Figura 4.15 apresenta dados comparativos entre as empresas transportadoras de resíduo da construção civil, quanto ao número de contêineres que utilizam e a quantidade média de coletas que efetuam.

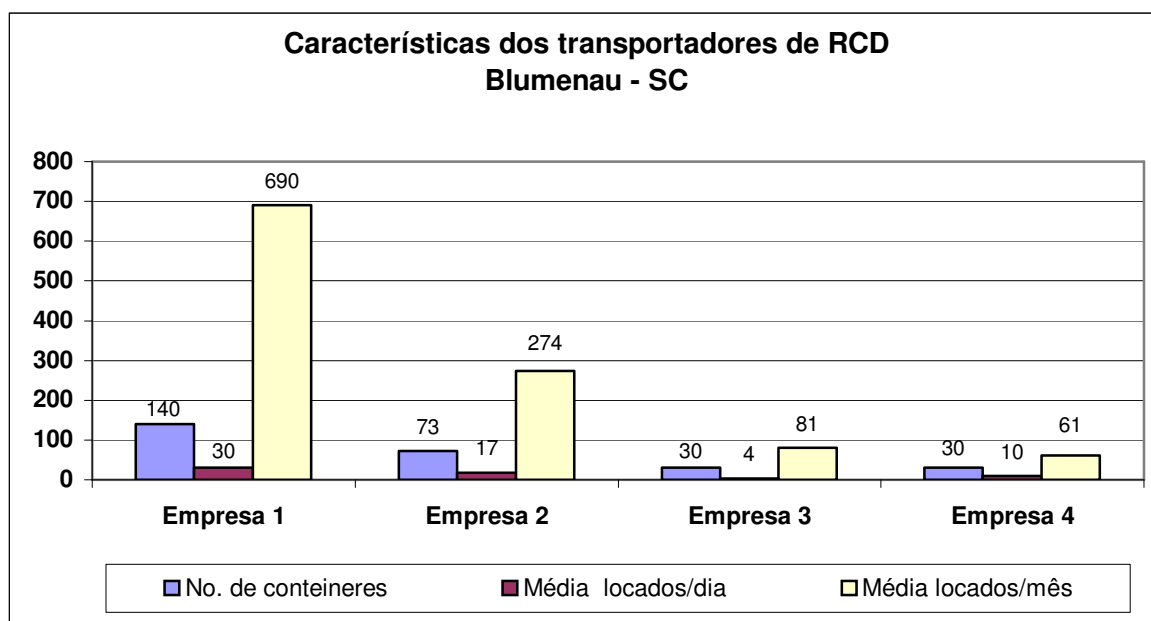


Figura 4.15 - Características dos Transportadores de resíduo da construção civil de Blumenau

Na Figura 4.16 são localizadas as sedes das Transportadoras de resíduo da construção civil, e também do Aterro da Parada 1, dentro do Município de Blumenau.

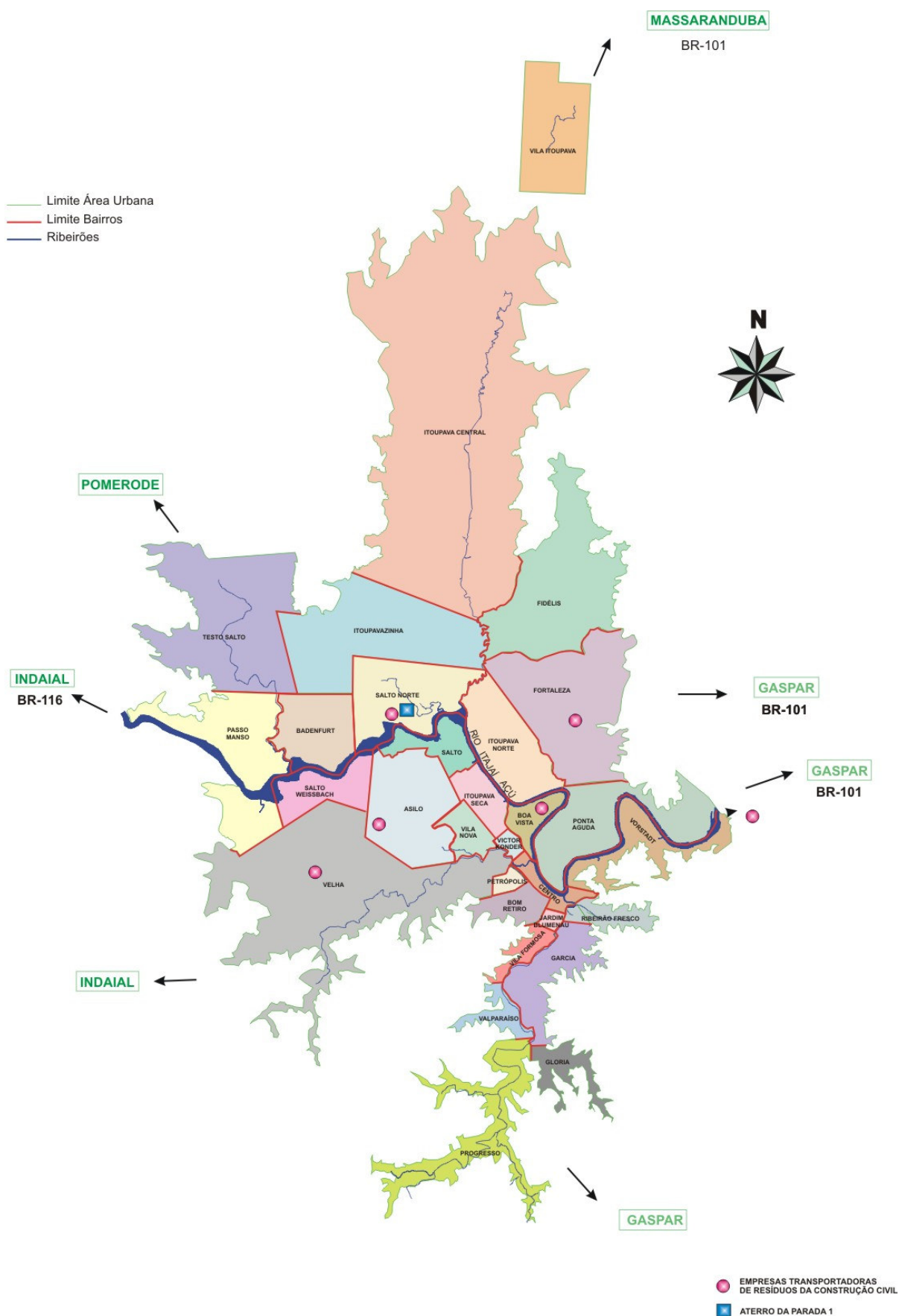


Figura 4.16 – Localização das Transportadoras e do Aterro da Parada 1

A Empresa 1 é a maior transportadora de resíduo da construção civil do Município, que nos valores apresentados nesta pesquisa correspondem a mais de 60% das coletas de resíduo da construção civil do Município. Mas estes dados são assim compostos pelo fato de duas empresas não terem respondido aos questionários. Existe uma Empresa Coletora, que será denominada como Empresa 5, que é a segunda empresa com maior número de coletas no Município, correspondendo em média a 75% da quantidade de coletas efetuadas pela Empresa 1.

A Empresa 5 não respondeu aos questionários desta Pesquisa, mas esta quantidade, que equivale a 75% das coletas efetuadas pela Empresa 1, foi obtida pelo acompanhamento das descargas efetuadas em um Aterro particular que pertencia a estas Empresas, 1 e 5, que foi fechado pela Secretaria do Meio Ambiente em maio de 2002, devido a presença de resíduos não autorizados a deposição. Esta quantidade também foi confirmada pelo proprietário da Empresa 5.

O questionário respondido mensalmente pelas Empresas Transportadoras de resíduos da construção civil apresenta a distribuição das coletas por Bairros.

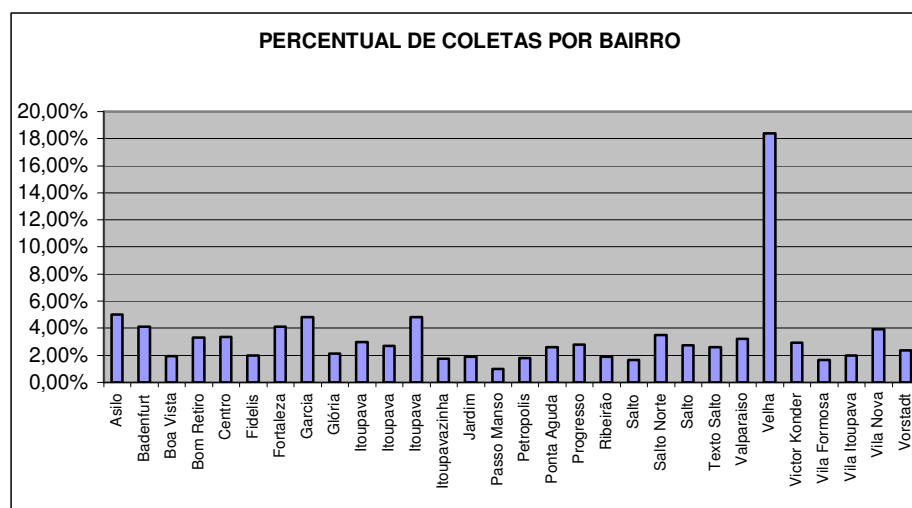
Confirmando os dados de crescimento da Região Norte e Oeste, a Tabela 4.18 apresenta a distribuição das coletas por bairros, onde o Bairro da Velha aparece como o maior gerador de resíduo da construção civil do Município.

Tabela 4.18 - Distribuição das coletas efetuadas em Blumenau por bairro – 2002

Bairros de Blumenau	Coletas (%)
Asilo	5,03
Badenfurt	4,09
Boa Vista	1,95
Bom Retiro	3,31
Centro	3,37
Fidelis	1,98
Fortaleza	4,14
Garcia	4,81
Glória	2,14
Itoupava Central	2,97
Itoupava Norte	2,70
Itoupava Seca	4,82
Itoupavazinha	1,75
Jardim Blumenau	1,90
Passo Manso	0,99
Petropolis	1,78
Ponta Aguda	2,62
Progresso	2,80
Ribeirão Fresco	1,90
Salto	1,63
Salto Norte	3,49
Salto Weissbach	2,74
Texto Salto	2,62
Valparaíso	3,21
Velha	18,40
Victor Konder	2,92
Vila Formosa	1,66
Vila Itoupava	1,98
Vila Nova	3,91
Vorstadt	2,37

Fonte: Questionários respondidos pelas Empresas Transportadoras (ANEXO 2)

A Figura 4.17 ilustra a distribuição das coletas apresentadas na Tabela 4.19 acima.



Fonte: Conforme Tabela 4.19

Figura 4.17 - Distribuição das coletas efetuadas em Blumenau por bairro - 2002

4.6 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA

A caracterização quantitativa foi obtida através de pesquisa realizada durante todo o ano de 2002, conforme descrito no Capítulo 3.

Os dados referentes às quantidades construídas, como habite-se e licença para construir são referentes ao ano de 2002, obtidos na Prefeitura Municipal, na Superintendência de Pesquisas e Informações do IPPUB.

Os dados referentes a: quantidade de resíduo da construção civil descarregado no Aterro da Parada 1 e a quantidade recolhida pelos Transportadores, também são referentes ao ano de 2002.

Será utilizado o dado sobre o número de licenças para construir expedida em 2002, por representar melhor no Município as construções efetuadas, como foi anteriormente comentado, o habite-se geralmente não é dado no mesmo ano que a obra foi realizada.

Em 2002 foram expedidas 822 licenças para construir, somando 370.708,98 m², destes, 92% referentes a novas construções (341.052,26 m²) e 8% referentes a reformas e ampliações (29656,72 m²).

Conforme descrito no Capítulo 3, utilizam-se destes dados apenas os referentes a novas construções.

Assim a provável geração de resíduo da construção civil fica representada conforme apresentada na Tabela 4.19:

Tabela 4.19 - Geração de Resíduos de novas construções em Blumenau através da Licença para Construir no ano de 2002, utilizando índice de Pinto (1999).

Licença para construir	341.052,26 m ²
Taxa (Kg/m ²)*	150
Provável geração (t/ano)	51.157,84
Provável geração (t/mês)	4.263,15
Provável geração (t/dia)	163,97

* - Segundo metodologia de PINTO (1999)

Para o cálculo da geração por dia, utilizam-se 26 dias úteis mensais, onde se desconta os domingos, dias em que não são realizadas coletas pelos Transportadores de Resíduos da Construção em Blumenau.

A geração de resíduos das atividades de reformas e ampliações se dará através dos dados respondidos pelos Transportadores, conforme Tabela 4.20:

Tabela 4.20 - Geração de Resíduos provenientes de reformas e ampliações em Blumenau no ano de 2002

Coletados (m ³ /ano)	88.249,56
Coletados (m ³ /mês)	7.354,13
Provável geração (m ³ /dia)	282,85
Provável geração (t/ano)	77.659,56
Provável geração (t/mês)	6.471,63
Provável geração (t/dia)	248,91

No Aterro da Parada 1 também existe um controle dos caminhões que chegam para descarregar. Na entrada os caminhões são pesados e identificados por empresa e tipo de carga que será descarregada, somente empresas cadastradas podem depositar seus resíduos no Aterro da Parada 1.

Tabela 4.21 - Geração de Resíduos provenientes das descargas de Resíduos da Construção Civil no Aterro da Parada 1 em Blumenau no ano de 2002

Média da quantidade de resíduo da construção civil descarregado por Empresas Transportadoras no Aterro da Parada 1	
(t/mês)	2.623,74
(t/dia)	100,91
Descarregados pela Administração pública	
(t/mês):	754,94
(t/dia):	29,04
Média total de Resíduos da Construção Civil descarregado no Aterro da Parada 1	
(t/mês):	3.378,68
(t/dia):	129,95

A partir destas informações compiladas é possível obter uma estimativa do total de Resíduos da Construção Civil gerados no Município de Blumenau, conforme a Tabela 4.22 apresenta a seguir:

Tabela 4.22 - Geração total de Resíduos da Construção Civil em Blumenau, utilizando índice de PINTO (1999).

Geração de Resíduos da Construção Civil	Quantidade (t/dia)
⁽¹⁾ Provenientes de novas construções	163,97
⁽²⁾ Provenientes de reformas e ampliações	248,91
⁽³⁾ Coletados pela Administração Pública	29,04
TOTAL	441,92

1)Conforme Tabela 4.19

2)Conforme Tabela 4.20

3)Conforme Tabela 4.21

Percebe-se que o total aqui estimado, de 441,92 t/dia de Resíduos da Construção Civil gerados, é bem superior à quantidade que chega ao Aterro da Parada 1, em torno de 129,95 t/dia. Isto pode ocorrer, devido a deposições irregulares, aterro em terreno particular solicitado aos Transportadores, e em alguns casos, o resíduo da construção civil é utilizado na própria obra como aterro.

No caso das deposições irregulares, durante a realização da Pesquisa não foram encontrados grandes pontos de deposição irregular de Resíduos da Construção Civil em áreas públicas, somente em áreas particulares. Segundo informações da Superintendência de Serviços Urbanos da Prefeitura Municipal, que é responsável pelos serviços de limpeza urbana. Também houve um aumento no número de fiscais nas ruas depois que o SAMAE assumiu o gerenciamento dos Resíduos Sólidos, portanto, se existem deposições clandestinas em maior volume, é em pontos não visíveis quando se percorre a cidade.

Outro fato é que no Município de Blumenau não possui carroceiros, que transportam pequenas quantidades de resíduos da construção civil em vários Municípios brasileiros, e que geralmente são responsáveis por muitas das deposições irregulares que ocorrem.

Finalizando, uma estimativa per capita do resíduo da construção civil gerado em Blumenau ficaria assim representada:

Tabela 4.23 - Geração per capita dos Resíduos da Construção Civil em Blumenau, utilizando índice de PINTO (1999).

População de Blumenau (previsão para 2002, IBGE)	272.283 hab
Provável geração de Resíduos da Construção Civil	441,92 t/dia
Geração per capita (t/hab/ano)*	0,51
Geração per capita (Kg/hab/dia)	1,62

* Utiliza-se 26 dias/mês, já que não ocorrem recolhimentos de Resíduos da Construção Civil nos domingos.

Assim Blumenau apresenta uma provável geração de Resíduos da Construção Civil per capita de 1,62 Kg/hab/dia.

Esta geração corresponde a aproximadamente 68% do estimado para Florianópolis, que segundo XAVIER (2001) foi de 2,39 Kg/hab/dia.

Mas a geração per capita de 0,51 t/hab/ano, comparada com outros Municípios, conforme dados apresentados na Tabela 2.1, Municípios de porte semelhante, como São José dos Campos/SP com 0,47 t/hab/ano, Vitória da Conquista/BA com 0,40 t/hab/ano apresenta uma geração de resíduo da construção civil também semelhante.

É possível fazer uma outra simulação, substituindo apenas o índice de geração de resíduo por m² construído, não alterando o método de recolhimento dos dados. Este novo índice foi apresentado por ANDRADE (1999), que prevê 49 Kg/m² de resíduo da construção civil gerado para novas construções, ficando assim representada uma nova simulação:

Tabela 4.24 - Geração de Resíduos de novas construções em Blumenau através da Licença para Construir no ano de 2002, através de Metodologia de Andrade et al. (1999)

Licença para construir	341.052,26 m ²
Taxa (Kg/m ²)*	49
Provável geração (t/ano)	16.711,56
Provável geração (t/mês)	1.392,63
Provável geração (t/dia)	53,56

* Segundo metodologia apresentada por ANDRADE (1999)

A provável geração do resíduo da construção civil em Blumenau utilizando este índice é apresentada na Tabela 4.25.

Tabela 4.25 - Geração total de Resíduos da Construção Civil em Blumenau, utilizando o índice de 49Kg/m² para novas construções.

Geração de Resíduos da Construção Civil	Quantidade (t/dia)
⁽¹⁾ Provenientes de novas construções	53,56
⁽²⁾ Provenientes de reformas e ampliações	248,91
⁽³⁾ Coletados pela Administração Pública	29,04
TOTAL	331,51

(1) Conforme Tabela 4.24

(2) Conforme Tabela 4.20

(3) Conforme Tabela 4.21

Uma estimativa per capita do resíduo da construção civil gerado em Blumenau utilizando o índice de Andrade et al. (1999) ficaria assim representado:

Tabela 4.26 - Geração per capita dos Resíduos da Construção Civil em Blumenau utilizando o índice de 49 Kg/m² para novas construções:

População de Blumenau (censo de 2000)	272.283 hab
Provável geração de Resíduos da Construção Civil	331,51 t/dia
Geração per capita (t/hab/ano)	0,38
Geração per capita (Kg/habxdia)	1,22

* Utiliza-se 312 dias/ano

A utilização de índices diferentes para geração de resíduos de novas construções e reformas, ou demolições, deve representar melhor a quantidade de resíduos gerados. Por este motivo esta pesquisa utilizará o valor de 1,22 Kg/habxdia como resultado da geração de resíduo da construção civil per capita em Blumenau.

4.7 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA

A caracterização qualitativa foi realizada durante o ano de 2002, sendo analisados 74 contêineres entre os meses de fevereiro e dezembro.

Por ser uma quantidade muito grande de contêineres a serem analisados, e a principal intenção desta caracterização é saber qual a predominância dos materiais que estão sendo descartados, optou-se, conforme descrito no Capítulo 3, pelo

quarteamento da amostra. O resíduo contido no contêiner era dividido em duas partes e uma das partes dividida em quatro, a análise era feita em uma quarta parte desta divisão. Como o resíduo era homogeneizado a cada divisão, o objetivo de saber quais os materiais encontrados na carga e sua predominância, foi alcançado.

Os resíduos eram medidos em baldes para obter-se os volumes, trabalhou-se com 3 baldes, de 20, 9 e 4,5 litros, após a verificação do volume os baldes eram pesados para verificação da massa.

Este processo resultou nos seguintes dados, apresentados na Tabela 4.27:

Tabela 4.27 - Composição total dos Resíduos da Construção analisados em volume

MATERIAL COMPONENTE	VOLUME (%)
Argamassa	10,76
Cerâmica Polida	5,59
Cerâmica polida e Argamassa	9,70
Cerâmica vermelha	15,19
Cerâmica Vermelha e Argamassa	30,19
Concreto	7,66
Ferro	0,20
Madeira	9,25
Outras telhas	0,49
Podas	2,49
Rochas	0,82
Solo/Areia	5,25
Outros	2,41

A caracterização qualitativa mostrou que mais de 95% do resíduo da construção civil tem potencial de reaproveitamento, principalmente em obras públicas, que após britagem, podem gerar agregados de boa qualidade para sub base de pavimentações, por exemplo.

Uma particularidade percebida foi à ausência de papelão nos resíduos analisados, um material sempre presente nas obras, proveniente das embalagens de pisos, etc. Isto se justifica devido a grande quantidade de catadores de papel e papelão que atuam no Município.

Composição total do Resíduo da Construção Civil de Blumenau medidos em Volume

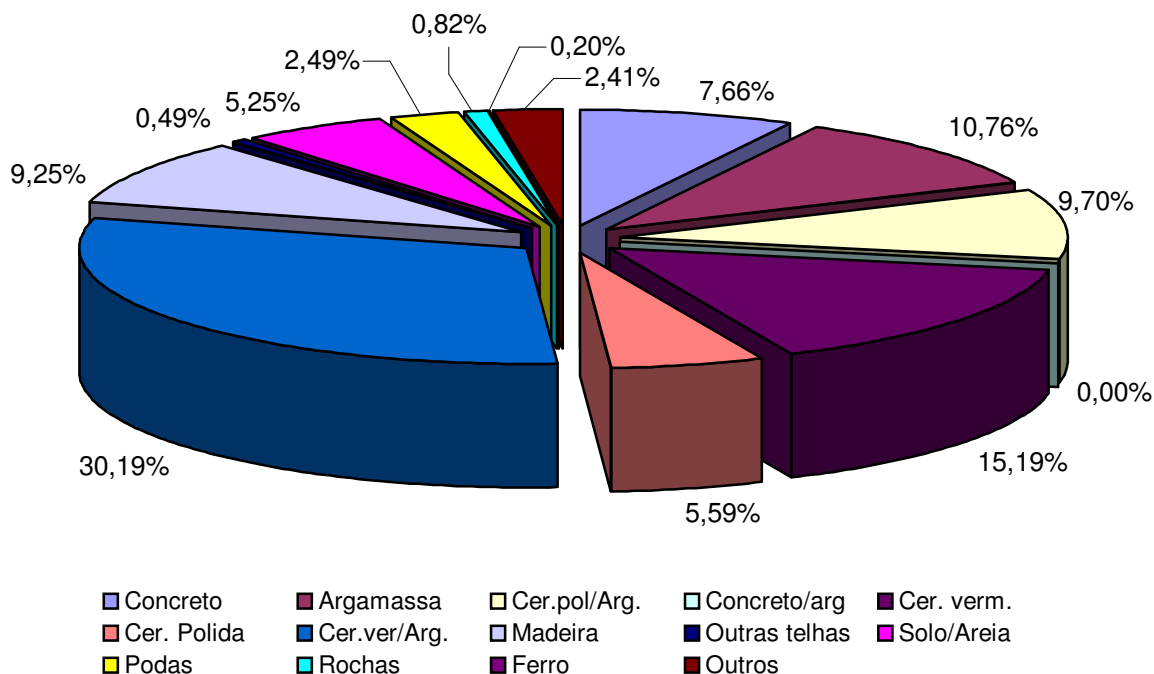


Figura 4.18 - Composição total dos Resíduos de Blumenau em volume

A maior parte do resíduo da construção civil analisado corresponde à cerâmica vermelha e argamassa (30,19%), somente cerâmica vermelha (15,19%), argamassas (10,76%), todos com grande potencial de reaproveitamento. Os materiais que não podem ser reaproveitados somam em torno de 2,5% do total do resíduo da construção civil depositado no Aterro.

Em análise visual percebe-se que a grande parte das sobras é de materiais novos, configurando que ainda ocorre muito desperdício durante a obra, como argamassa que cai ou sobra no final do dia, alvenaria nova demolida, entre outros.

Outro material bastante presente é a madeira, com (9,25%) do total, sendo que a maioria apresentava potencial para serem utilizadas, por exemplo, como combustível em fornos.

Classificação estes resíduos, segundo Resolução do CONAMA nº 307 (ANEXO 1), ficam assim determinados os resíduo da construção civil gerados em Blumenau:

Classe A

MATERIAL COMPONENTE	VOLUME (%)
Argamassa	10,76
Cerâmica Polida	5,59
Cerâmica polida e Argamassa	9,70
Cerâmica vermelha	15,19
Cerâmica Vermelha e Argamassa	30,19
Concreto	7,66
Outras telhas	0,49
Podas	2,49
Rochas	0,82
Solo/Areia	5,25
TOTAL	88,14

Classe B

MATERIAL COMPONENTE	VOLUME (%)
Ferro	0,20
Madeira	9,25
TOTAL	9,45

Classe C e D*

MATERIAL COMPONENTE	VOLUME (%)
Outros	2,41

Portanto, segundo a Resolução do CONAMA nº 307, 88,14% dos resíduos da construção civil gerado em Blumenau podem ser britados diretamente para utilização como agregados para construção civil, isto equivale a uma provável geração de 292,20 t/dia de material.

* Quando foi iniciada a análise da composição dos resíduo da construção civil de Blumenau, ainda não havia a Resolução nº 307 do CONAMA, portanto, materiais como plásticos, vidros e papeis, que pertencem a Classe B, foram registrados como “Outros” durante a pesquisa, juntamente com os resíduos perigosos e não aproveitáveis que pertencem à classe C e D.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONCLUSÕES

O presente trabalho apresenta uma estimativa da geração e composição do resíduo da construção civil no Município de Blumenau – SC. Apresenta também uma estimativa dos agregados naturais utilizados nas obras públicas de infra-estrutura urbana, buscando dados que visam sua substituição parcial por agregados reciclados de resíduo da construção civil.

Na Metodologia, um dos problemas encontrados foi na definição do número de amostras a serem analisadas para determinação da quantidade de Resíduos da Construção Civil gerado em Blumenau. As pesquisas revisadas utilizam ferramentas estatísticas diferentes para esta determinação, apontando quantidades de amostras variadas em relação à população do Município analisado. Concluiu-se que, independente da quantidade em massa analisada, o importante é a divisão desta quantidade em várias amostras, sendo possível analisar a geração ao longo do ano. Assim, o contato semanal com as amostras permite uma determinação mais representativa da composição dos Resíduos da Construção Civil gerados, como nesta pesquisa, onde foram analisadas 74 amostras, distribuídas durante todo o ano de 2002, permitindo uma determinação segura da composição do resíduo da construção civil gerado em Blumenau.

Na avaliação da geração e composição do resíduo da construção civil de Blumenau, pode-se estimar a quantidade de 331,51 t/dia de resíduos da construção civil gerado, ou seja, uma provável geração de 8.619,26 t/mês. Isto representa uma geração per capita de 1,22 (Kg/habxdia). Na análise quantitativa foi possível verificar que o Bairro da Velha possui a maior geração de resíduos da construção e demolição, uma média de 18,40% da quantidade mensal recolhida. Os dados coletados sobre licenças para construir também apontam o Bairro da Velha como o maior em número de licenças concedidas no ano de 2001. A Região onde se localiza o Bairro da Velha é a região que apresenta o maior índice de desenvolvimento e a que mais recebe investimentos públicos em infra-estruturas urbanas. Pode-se assim perceber que o

índice de geração de Resíduos da Construção Civil pode ser um indicador de desenvolvimento da região que representa.

A análise qualitativa, referente à composição do resíduo, apontou os seguintes dados: a maior parte do entulho corresponde a cerâmicas e argamassa (30,19%), somente cerâmica (15,19%), argamassas (10,76%), todos com grande potencial de reaproveitamento. Os materiais que não podem ser reaproveitados somam em torno de 2,5% do total.

A busca por uma solução adequada para o destino final dos Resíduos da Construção Civil era preocupação de um número bastante reduzido de Prefeituras. Agora, a nova Resolução do CONAMA nº 307, de 05 de Julho de 2002 (ANEXO 1), vai obrigar todos os geradores de Resíduos da Construção Civil e as Prefeituras do país a implantarem um sistema de gestão para destinação integrada dos resíduos da construção civil gerados.

Utilizando a mesma classificação dada aos materiais nesta Resolução do CONAMA, 88,14% do resíduo da construção civil gerado em Blumenau ficam definidos como “Classe A”, isto quer dizer que, podem ser utilizados diretamente como agregados para Construção Civil, equivalendo a uma provável geração de 7.597,20 t/mês de material.

Uma alternativa para diminuição destes resíduos que chegam ao Aterro, é a prática de separação dos resíduos em baias no canteiro de obras. A adoção desta prática poderia ser incentivada pela redução da taxa de disposição do resíduo que chegassem ao Aterro com sua carga já classificada. Assim, os construtores que não adotarem nenhuma prática de diminuição de seus resíduos, devem ter aumento da taxa de disposição no Aterro. Uma forma de classificação pode ser a adotada pelas classes determinadas na Resolução nº 307 do CONAMA.

O Resíduo da Construção Civil reciclado é passível de ser utilizado, por exemplo, como agregado em vias não pavimentadas, onde a PMB utiliza em torno de 20.400 t/mês de macadame extraídos em forma de terraplanagem civil. A utilização do agregado reciclado nestas obras poderia atender parte da demanda, como uma solução

para dificuldades encontradas nestas extrações, devido ao esgotamento das reservas, expansão urbana e pressões ambientais.

Em uma simulação feita entre o que a Prefeitura de Blumenau gastou na compra de agregados naturais em 2002 e os custos para a substituição pelo agregado reciclado, a Prefeitura Municipal de Blumenau teria reduzido em R\$ 2.428.783,80 no ano, o que representa, uma economia de 61%.

Já para pavimentações com cascalho, convertendo em peso, o valor da utilização da macadamização é de R\$ 8,04/ton (gasta em torno de R\$ 164.016,00/mês), um valor mais alto que os agregados reciclados, que está estimado em R\$ 5,22/t em Belo Horizonte. A PMB gastaria R\$ 106.488,00, representando uma economia de 35%, na substituição dos agregados naturais por reciclados.

Sobre a extração de agregados naturais em Blumenau, a mais expressiva é a extração de areia no leito do Rio Itajaí Açu. Apesar do incremento econômico e geração de empregos que oferece à região, é uma prática cada vez mais questionada e controlada pelos órgãos públicos, ambientais, e também pela população, que vem se posicionando contrária à extração, principalmente moradores de regiões atingidas pelo desbarrancamento das margens do Rio. Esta extração de areia é necessária à construção civil, mas, estas pressões fazem com que cada vez mais se busquem alternativas. A demanda pode ser suprida pelo agregado reciclado de Resíduos da Construção Civil, principalmente nas obras públicas, que hoje utiliza em média 3.000 m³/mês de areia. A substituição pelo agregado reciclado apresenta bom desempenho nestas obras, principalmente em substituição as areias grossas.

Já a brita consumida em Blumenau vem principalmente de Municípios vizinhos, apenas uma jazida opera em Blumenau nesta extração. Nas obras públicas são utilizados aproximadamente 6.700 m³/mês (8.040 t/mês) de brita. O Resíduo da Construção Civil britado apresenta bons resultados na substituição da brita em obras públicas, melhores até que a areia, assim, os 7.597,20 t/mês de resíduo da construção civil gerado e passível de ser reciclado como agregado poderiam suprir parte desta demanda.

Os dados relacionados entre as variações econômicas e a construção civil mostram sua relação direta. Portanto, um Município que possui o maior PIB per capita

do estado, como é Blumenau, apresenta uma perspectiva de crescimento constante na construção civil. Torna-se assim necessária a criação de uma política que regulamente e fiscalize melhor estas obras, pois, na busca de dados sobre habite-se e licenças para construir expedidas no Município notou-se que parte expressiva das obras acontecem na clandestinidade, prejudicando profissionais que não são contratados e a Prefeitura que deixa de receber os impostos devidos, como também informações reais sobre a produção da construção civil no Município. A clandestinidade também resulta na maioria das vezes em obras de baixa qualidade técnica e adequação ambiental.

A realização desta pesquisa apresentou a rede de geração de resíduos da construção civil no Município de Blumenau, os locais com maior geração e os materiais mais encontrados. Isto permite a definição de uma política voltada para minimização desta geração e dos impactos ambientais causados, como também, métodos que visem o aproveitamento do material antes de sua deposição final em Aterros.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Fazer um mapeamento no Município de Blumenau, que indique o melhor local para instalação de pontos de coleta do resíduo da construção civil, como também a localização de uma usina de reciclagem, baseados nos dados desta pesquisa que aponta os locais com maior geração de Resíduos da Construção Civil.
- Fazer um levantamento sobre a geração e composição do resíduo da construção civil nos outros Municípios que compõem a AMMVI, visando a implantação de um consórcio entre os Municípios para a implantação de uma usina de reciclagem que atendesse a todos os Municípios participantes.
- Criar um modelo de gerenciamento nos canteiros de obra, que auxilie os Construtores a implantar as Normas da Resolução do CONAMA nº 307 de 2002, com separação do resíduo em baias, além de práticas de minimização das perdas, que possam reduzir a quantidade de Resíduos da Construção Civil gerados durante as obras.

BIBLIOGRAFIA

1. ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. **Desenvolvimento sustentável e a Reciclagem de resíduos na construção civil**. IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na construção civil - materiais reciclados e suas aplicações. **Anais**. IBRACON. São Paulo - SP. 2001.
2. ANDRADE, A. C.; SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V. **Estimativa da quantidade de Entulho Produzido em obras de Construção de Edifícios**. Relatório de Pesquisa FINEP/PCC/ITQC, 1999.
3. ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. Brasília, 2001.
4. ARM, MARIA. Self-cementing properties of crushed demolished concrete in unbound layers: results from triaxial tests and field tests. **Waste Management**, vol. 21. Pergamon, pages 235-239, 2001.
5. BAZUCO, Régis Sandro. **Utilização de agregados reciclados de concreto para produção de novos concretos**. Florianópolis, SC. UFSC. 1999. 112p.. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
6. BALARINE, Oscar F. O.. **Análise de Séries de Tempo na Interpretação do Comportamento de Preços dos Insumos da Construção Residencial**. In: XIII **ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, anais, pg. 709-715. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, outubro 1993.
7. BARROS, Aidil de J. P. de; LEHFELD, Neide A. de S. **Projeto de Pesquisa: Propostas Metodológicas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1990.

8. BARROS, A. I.; DEKKER, R.; SCHOLTEN, V. A two-level network for recycling sand: A case study. **European Journal of Operational Research**, vol. 110. Elsevier Science, pages 199-214, 1998.
9. BRASIL. Resolução nº 307, de 5 de Julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Ministério do Meio Ambiente: CONAMA, 2002.
10. BUENROSTRO, OTONIEL; BOCCO, GERARDO; CRAM, SILKE. Classification of sources of municipal solid wastes in developing countries, **Resources, Conservation and Recycling**, Volume 32, Issue 1, May 2001, Pages 29-41.
11. CARNEIRO, ALEX P.; CASSA, JOSÉ C.; QUADROS, BARBARA E.; COSTA, DAYANA B.; SAMPAIO, TAÍS S.; ALBERTE, ELAINE P. V. **Caracterização do Entulho de Salvador visando a produção de agregado reciclado**. Texto técnico do Grupo de Estudos em materiais de Construção DCTM – Escola Politécnica – UFBA, Salvador, 2000.
12. CARNEIRO, ALEX P.; BRUM, IRINEU A. S. ; CASSA, JOSÉ C.; e outros. **Características do entulho e do agregado reciclado**. Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001, Capítulo V. 312p. il.
13. CARUSO JR, Estudos Ambientais Ltda. **Estudos de Impacto Ambiental da Atividade de Mineração de Areia na Bacia do Rio Itajaí Açu – Santa Catarina**. Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Florianópolis, 2002.
14. CASSA, JOSÉ C, CARNEIRO, ALEX P.; BRUM, IRINEU A. S. **Diagnóstico dos setores produtores de resíduos na região metropolitana de Salvador/BA**. Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001, Capítulo II. 312p. il.
15. CHEN, ZHEN; LI, HENG; WONG, CONRAD T. C. An application of bar-code system for reducing construction wastes, **Automation in Construction**, Volume 11, Issue 5, August 2002, Pages 521-533.

16. CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisas em Ciências Humanas e Sociais**. São Paulo: Cortez, 1998.
17. COELHO, Paulino. **Pedreiras - Como ampliar os negócios, diminuir a ociosidade e ampliar a vida útil através da redução do impacto ambiental**. Revista da Universidade Livre do Meio Ambiente. Curitiba, 2000.
18. COLLINS, R. Recycled aggregates in readymix materials review. **Concrete Engineering International**, p. 49-54, Mar., 1998.
19. DIJKEMA, G.P.J.; REUTER, M.A.; VERHOEF, E.V. A new paradigm for waste management. **Waste Management**, vol. 20. Pergamon, pages 633-638, March 2000.
20. ELIAS-OZKAN, SOOFIA TAHIRA. Recycling rubble into aggregates: a model for local governments, **Habitat International**, Volume 25, Issue 4, December 2001, Pages 493-502.
21. FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. **Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável**. São Paulo: Annablume:FAPESP, EDIFURB, 2000, 296p.
22. GAO, W.; ARIYAMA, T; OJIMI, T.; MEIER, A. Energy impacts of recycling disassembly material in residential buildings. **Energy and Buildings**, vol. 33. Elsevier Science, pages 553-562, 2001.
23. GOLDSTEIN, Nora. Advances in sorting mixed loads of C&D debris (Part I). **Biocycle**, volume 43, Issue 2. Emmaus, pages 36-39, Feb. (2002a).
24. GOLDSTEIN , Nora. Giving a boost to C&D diversion (Part II). (2002b) **Biocycle**, volume 43, Issue 3. Emmaus, pages 27-30, Mar. (2002b).

25. GROENE, ANJA DE; HERMANS, MARC. Economic and other implications of integrated chain management: a case study. **Journal of Cleaner Production**, vol. 6. Elsevier Science, pages 199–211, 1998.
26. HSIAO, Teng; YU, Yue Hwa; WERNICK Idd K. A note on material flows of construction aggregates in Taiwan. **Resources Policy**. Volume 27, Issue 2, Pages 135-137, June 2001.
27. ILOMAKI, MIKA; MELANEN, MATTI. Waste minimisation in small and medium-sized enterprises - do environmental management systems help? **Journal of Cleaner Production**, vol. 9. Elsevier Science, pages 209–217, 2001.
28. INFORMATIVO DA PREFEITURA DE BLUMENAU / SC. **Jornal do Governo Popular – 3 anos**. Maio de 2000.
29. JANG, YOUNG-CHUL; TOWNSEND, TIMOTHY G. Occurrence of organic pollutants in recovered soil fines from construction and demolition waste. **Waste Management**, vol. 21. Pergamon, pages 703-715, 2001.
30. JOHN, VANDERLEY M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese de Livre Docência defendida no PCC-USP. São Paulo, 1999.
31. LAURITZEN, E. K. Emergency construction waste management. **Safety Science**, vol. 30, issues 1-2, October 1998, pages 45-53.
32. LEÃO, SIMONE ; BISHOP, IAN; EVANS DAVID. Assessing the demand of solid waste disposal in urban region by urban dynamics modelling in a GIS environment. **Resources, Conservation and Recycling**, vol. 33. Elsevier Science, pages 289-313, June 2001.
33. LEITE, MONICA BATISTA. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados de resíduos de construção e**

demolição. Tese de Doutorado. UFRGS - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, 2001.

34. LEVY, S.M. **Reciclagem do entulho de construção civil, para utilização como agregado de argamassas e concretos.** São Paulo, 1997. 145p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

35. MARTIGNAGO, Graciella; CUNHA, Cristiano J. C. A.. **Indústria da Construção Civil: Uma Perspectiva Histórica.** In: VII ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, anais, pg. 295-302. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, abril 1998.

36. MC GRATH, CLODAGH. Waste minimisation in practice. **Resources, Conservation and Recycling**, Volume 32, Issues 3-4, July 2001, Pages 227-238.

37. MIGUEL, E. DE; GRADO, M. JIMENEZ DE; LLAMAS, J.F.; MARTÍN-DORADO, A.; MAZADIEGO, L.F. The overlooked contribution of compost application to the trace element load in the urban soil of Madrid (Spain). **The Science of the Total Environment**, vol. 215. Elsevier Science, pages 113-122, January 1998.

38. OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de Metodologia Científica.** São Paulo: Pioneira, 1997.

39. OTERO, Juliano A.; HEINECK, Luiz Fernando M.. **Estudo sobre Séries Históricas de Preços de Materiais para Construção de Edificações.** In: VII ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, anais, pg. 795-801. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, abril 1998.

40. PINHEIRO, Adilson (coordenador). **RELATÓRIO: Efeitos da Atividade Extrativa de Areia na Erosão das Margens no Baixo Vale do Itajaí-Açu.** FURB – Instituto de Pesquisas Ambientais, UNIVALLI – Centro de Educação Superior de Ciências Tecnológicas, da Terra e do Mar. Blumenau, 2000.

41. PINTO, TARCÍSIO DE PAULA. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese de doutorado defendida no PCC-USP . São Paulo, 1999.
42. PINTO, TARCISIO DE PAULA. Reciclagem no canteiro de obras – responsabilidade ambiental e redução de custos. **Revista Techne**. São Paulo: Pini, nº 49, p. 64-68, nov/dez 2000.
43. POON, C. S., ANN T. W. YU AND L. H. NG. On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong, **Resources, Conservation and Recycling**. Volume 32, Issue 2, Pages 157-172, June 2001.
44. POON , C. S.; KOU, S. C.; LAM, L. Use of recycled aggregates in molded concrete bricks and blocks. **Construction and Building Materials**, Volume 16, Issue 5, Pages 281-289, July 2002.
45. RHYNER, CHARLES R. The effects on waste reduction and recycling rates when different components of the waste stream are counted. **Resources, Conservation and Recycling**, vol. 24. Elsevier Science, pages 349–361, August 1998.
46. SANTANA, M. J. A.; CARNEIRO, A. P; SAMPAIO, T. S. **Uso do agregado reciclado em argamassas de revestimento**. Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001, Capítulo V. 312p. il.
47. SPENGLER, TH.; PÜCHERT, H.; PENKUHN, T., RENTZ, O. Environmental integrated production and recycling management. **European Journal of Operational Research**, vol. 97. Elsevier Science, pages 308-326, 1997.
48. TRÄNKLER, JOSEF O. V.; WALKER, ISA; DOHMANN, MAX. Environmental Impact of Demolition Waste – An overview on 10 years of research and experience. **Waste Management**, vol. 16. nos 1-3, pp. 21,26, 1996.
49. TURLEY, W. Building the C&D recycling industry. **Resource Recycling**, Portland. p. 21-26. Feb., 1999.

50. VALVERDE, Fernando Mendes. **Agregados para a Construção Civil**. Balanço Mineral Brasileiro 2001. Anuário Mineral Brasileiro, Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM. Brasília, 2001.
51. WAHLSTRÖM, M.; LAINE-YLIJOKI, J.; MÄÄTTÄNEN, A.; LUOTOJÄRVI, T.; L. KIVEKÄS. Environmental quality assurance system for use of crushed mineral demolition wastes in road constructions. **Waste Management**, vol. 20. Pergamon, pages 225-232, 2000.
52. WARMER BULLETIN. More countries target c&d debris. **BioCycle**, Vol. 40 Issue 10, Out. 1999.
53. XAVIER, LUCIANA LOPES. **Diagnóstico do Resíduo da Construção Civil na cidade de Florianópolis/SC**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Eng. Civil – UFSC. Florianópolis, 2001.
54. ZORDAN, S.E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto..** 140p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1997.
55. ZORDAN, S. E. **Entulho da Indústria da Construção Civil**. Texto Técnico Técnico, PCC-USP, 1999. Disponível em www.pcc.usp.br.
56. ZUCCHETTI, M.; FORREST, R.; FORTY, C.; GULDEN, W.; ROCCO, P.; ROSANVALLON, S. Clearance, recycling and disposal of fusion activated material. **Fusion Engineering and Design**, vol. 54. Elsevier Science, pages 635–643, 2001.

APÊNDICE A

(questionários aplicados as Empresas transportadoras de Entulho)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
NÚCLEO DE PESQUISA EM CONSTRUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

QUESTIONÁRIO 1
DADOS RELATIVOS A EMPRESA COLETORA DE ENTULHO

IDENTIFICAÇÃO

Empresa: _____

Endereço: _____

Telephone: _____ Fax: _____

Responsável pelas informações: _____

Cargo: _____

Data do Preenchimento: ____/____/____

CARACTERÍSTICAS GERAIS

1. Tempo de atuação na área de coleta de entulho: _____
2. Tipo de veículo / equipamento empregado na coleta: _____
3. Número de veículos empregados na coleta: _____
4. Número de contêineres de coleta: _____
5. Capacidade dos contêineres:
☐ 1 – 2 m³ ☐ 2 – 3 m³ ☐ 3 – 4 m³
☐ 4 – 5 m³ ☐ Outros: _____
6. A empresa adota alguma rota para o recolhimento dos contêineres, possui algum controle ou registro destes recolhimentos? _____
7. Qual a média diária de contêineres de entulho coletados: _____
8. Área de atuação da empresa: ☐ Apenas em Blumenau
☐ Outros Municípios. Quais? _____
9. Tipo de entulho coletado: ☐ Material de demolição de obras
☐ Material de demolição de calçadas e ruas asfaltadas
☐ Material de construção civil (resíduos de obras novas)
☐ Terra de escavação
☐ Material de capina e poda de árvores
☐ Outro. Qual? _____
10. Preço da coleta: _____
11. Número de funcionários da empresa: _____

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
NÚCLEO DE PESQUISA EM CONSTRUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Coleta de Dados para
elaboração da Dissertação de
Mestrado:
Diagnóstico do resíduo da
construção civil gerado no
município de Blumenau-SC,
potencialidades de uso em
obras públicas.

QUESTIONÁRIO 2 DADOS RELATIVOS A COLETA DE ENTULHO

IDENTIFICAÇÃO

Empresa: _____

Endereço: _____

Telefone: _____ Fax: _____

Responsável pelas informações: _____

Cargo: _____ Data do Preenchimento: ____/____/____

NÚMERO DE COLETAS SEMANAIS EFETUADAS

BAIRROS DE BLUMENAU	Período:			
	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana
Asilo				
Badenfurt				
Boa Vista				
Bom Retiro				
Centro				
Fidelis				
Fortaleza				
Garcia				
Glória				
Itoupava Central				
Itoupava Norte				
Itoupava Seca				
Itoupavazinha				
Jardim Blumenau				
Passo Manso				
Petrópolis				
Ponta Aguda				
Progresso				
Ribeirão Fresco				
Salto				
Salto Norte				
Salto Weissbach				
Texto Salto				
Valparaíso				
Velha				
Victor Konder				
Vila Formosa				
Vila Itoupava				
Vila Nova				
Vorstadt				

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUÇÃO Nº 307 DO CONAMA

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002

Estabelece diretrizes,
critérios e procedimentos
para a gestão dos resíduos da
construção civil.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe foram conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, Anexo à Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994, e Considerando a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana, conforme disposto na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001;

Considerando a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil;

Considerando que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental;

Considerando que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas;

Considerando que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos;

Considerando a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil; e

Considerando que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental, resolve:

Art. 1º Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

Art. 2º Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, calça ou metralha;

II - Geradores: são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução;

III - Transportadores: são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;

IV - Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infra-estrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

V - Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias

ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

VI - Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;

VII - Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação;

VIII - Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo à operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;

IX - Aterro de resíduos da construção civil: é a área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe "A" no solo, visando

a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente;

X - Áreas de destinação de resíduos: são áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos.

Art. 3º Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV - Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Art. 4º Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

§ 1º Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei, obedecidos os prazos definidos no art. 13 desta Resolução.

§ 2º Os resíduos deverão ser destinados de acordo com o disposto no art. 10 desta Resolução.

Art. 5º É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, o qual deverá incorporar:

- I - Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; e
- II - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Art 6º Deverão constar do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil:

I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores.

II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;

IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;

V - o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;

VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;

VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Art. 7º O Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil será elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, e deverá estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.

Art. 8º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos geradores não enquadrados no artigo anterior e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

§ 1º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de empreendimentos e atividades não enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental, deverá ser apresentado juntamente com o projeto do empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal, em conformidade com o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

§ 2º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, deverá ser analisado dentro do processo de licenciamento, junto ao órgão ambiental competente.

Art. 9º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;

II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução;

III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;

IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;

V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

Art. 10. Os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Art. 11. Fica estabelecido o prazo máximo de doze meses para que os municípios e o Distrito Federal elaborem seus Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, contemplando os Programas Municipais de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil oriundos de geradores de pequenos volumes, e o prazo máximo de dezoito meses para sua implementação.

Art. 12. Fica estabelecido o prazo máximo de vinte e quatro meses para que os geradores, não enquadrados no art. 7º, incluam os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento dos órgãos competentes, conforme §§ 1º e 2º do art. 8º.

Art. 13. No prazo máximo de dezoito meses os Municípios e o Distrito Federal deverão cessar a disposição de resíduos de construção civil em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de "bota fora".

Art. 14. Esta Resolução entra em vigor em 2 de janeiro de 2003.

JOSÉ CARLOS CARVALHO
Presidente do Conselho

ANEXO 2

LEI MUNICIPAL COMPLEMENTAR Nº 347

LEI COMPLEMENTAR Nº 347

ALTERA DISPOSITIVOS DA LEI N.º 1370/66, DE 11 DE AGOSTO DE 1966 - LEI DE CRIAÇÃO DO SAMAE; DA LEI Nº 1989/73, DE 21 DE DEZEMBRO DE 1973 - CÓDIGO TRIBUTÁRIO DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU E DA LEI COMPLEMENTAR Nº 159/97, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1997, QUE ALTERA DISPOSITIVOS DA LEGISLAÇÃO TRIBUTÁRIA DO MUNICÍPIO.

DÉCIO NERY DE LIMA, Prefeito Municipal de Blumenau. Faço saber a todos os habitantes deste Município que a Câmara Municipal aprovou e eu sanciono e promulgo a seguinte Lei Complementar:

Art. 1.º O art. 2º da Lei n. 1370, de 11 de agosto de 1966, passa a vigorar acrescido das alíneas f, g, h, i e j com a seguinte redação:

Art. 2º [...]

f) conceder e fiscalizar os serviços de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos;

g) lançar, fiscalizar e arrecadar a taxa de coleta de lixo.

h) prestar os serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos e pastosos.

i) firmar convênio ou consórcio, com particulares ou outros Municípios, para execução dos serviços de tratamento do lixo ordinário produzido noutros Municípios;

j) firmar convênio ou consórcio, com particulares ou outros Municípios, para execução dos serviços de tratamento ou disposição final do lixo ordinário e outros produzidos no Município de Blumenau.

Art. 2.º O art. 9º da Lei n. 1370, de 11 de agosto de 1966, passa a vigorar acrescido da alínea i, com a seguinte redação:

Art. 9º [...]

[..]

i) da taxa decorrente dos serviços de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos.

Art. 3.º O caput do art. 212 da Lei n. 1.989, de 21 de dezembro de 1973, passa a vigorar com a seguinte redação, acrescentando-se ao artigo os incs. I, II e III e os §§ 1.º, 2.º e 3.º:

Art. 212. Fica instituída a taxa de coleta de lixo ordinário, cujo fato gerador é a utilização, efetiva ou potencial, dos seguintes serviços prestados a domicílios e a estabelecimentos prestadores de serviços, comerciais e industriais :

I - coleta e transporte dos resíduos sólidos e pastosos;

II - tratamento dos resíduos sólidos e pastosos;

III - destinação final dos resíduos sólidos e pastosos.

§ 1.º Para os efeitos deste artigo entende-se como lixo ordinário os resíduos sólidos e pastosos produzidos em economias residenciais ou não, que possam ser acondicionados em sacos plásticos, com exceção dos resíduos que por seu volume, composição ou peso necessitam de transporte específico, provenientes de:

I - processos industriais, comerciais e de prestação de serviços;

II - obras de construção civil ou demolições;

III - serviços de saúde;

IV - limpeza de jardins e similares.

§ 2.º Os resíduos excetuados no parágrafo anterior poderão ser coletados pelo Município mediante tarifa específica a ser fixada por ato do Poder Executivo.

§ 3.º A prestação dos serviços previstos no caput deste artigo, limitada a 100 (cem) litros/dia por economia, é de exclusiva competência do Poder Público.

Art. 4.º O art. 213 da Lei n. 1.989, de 1973, passa a vigorar com a seguinte redação:

Art. 213. Contribuinte da taxa de coleta de lixo ordinário é o proprietário do imóvel ou da economia, o

titular do seu domínio útil, ou o seu possuidor a qualquer título .

Art. 5.º O caput do art. 214 da Lei n. 1.989, de 1973, passa a vigorar com a seguinte redação, acrescentando-se ao artigo os incisos I, II e III:

Art. 214. A base de cálculo da taxa de coleta de lixo ordinário será o custo anual dos serviços previstos no artigo 212 desta Lei, levando-se em conta os seguintes fatores :

I - a natureza dos serviços prestados;

II - a quantidade dos serviços prestados em função da estimativa de produção de resíduos sólidos e pastosos;

III - o uso e destinação da economia

Art. 6.º A Lei n. 1.989, de 1973, passa a vigorar acrescida do art. 214-A, com a seguinte redação:

Art. 214-A. Para a fixação dos valores da taxa de que trata o art. 212, considerados os fatores mencionados no art. 214, adotar-se-á a seguinte fórmula de cálculo :

$$TL = VUR * FU * FF$$

Onde:

I - Taxa Lixo - TL;

II - Valor Unitário de Referência - VUR: é o valor obtido a partir da multiplicação dos custos envolvidos no serviço de que trata o artigo 212 pela geração específica de lixo e pelo consumo mensal médio de água da economia, isto é:

$$VUR = GL * CA * (CC + CT + CD + CG).$$

Onde:

GL = geração específica de lixo (ton./hab./mês) / (m3/hab./mês);

CA = consumo mensal médio de água da economia (m3/mês);

CC = custo específico do serviço de coleta (R\$/ton.);

CT = custo específico do serviço de tratamento (R\$/ton.);

CD = custo específico do serviço de deposição (R\$/ton.);

CG = custo de gerenciamento (R\$/ton.).

Sendo a $GL = 0,0184/5.4 = 0,00341$ e os custos lançados para o ano de 2002, de:

ITEM.....	R\$/TONELADA
Coleta (CC).....	45,00
Tratamento (CT).....	23,00
Deposição (CD).....	10,00
Gerenciamento (CG).....	4,00
TOTAL.....	82,00

III - Fator de Uso - FU: representa a característica do lixo produzido de acordo com o grau de dificuldade de execução dos serviços de que trata o art. 212, mediante a fixação dos seguintes pesos:

Uso do Imóvel.....	FU
Residencial.....	1.00
Social.....	0.50
Público.....	1.00
Escritório.....	2.00
Comercial/ Industrial.....	3.00

a) As definições dos usos do imóvel acima estão apresentados no anexo I desta Lei.

IV - Fator de Frequência - FF: refere-se ao número de unidades de serviços prestados semanalmente pelo caminhão de coleta no logradouro onde se localiza determinada economia, sendo definido pelo percentual do transporte no custo dos serviços, expresso no inciso I do art. 212, mediante a fixação de pesos, sendo estabelecidas para o Município duas modalidades de frequência, 3 e 6 unidades de serviços, conforme a tabela abaixo:

Número de passadas.....	FF
3.....	1.00
6.....	1.50

§ 1.º A média de consumo de água para os fins apontados no inciso II deste artigo, é obtida através da

média de consumo de água por economia registrada entre os meses de junho e novembro que anteceder ao exercício fiscal em que se efetuar o lançamento.

§ 2.º Não se conseguindo estabelecer a média semestral a que se refere o parágrafo anterior, considerar-se-á para efeito de definição da média no mínimo três meses.

§ 3.º Caso as economias não possuam a média de consumo de água prevista nos §§ 1.º e 2.º deste artigo, a taxa a ser cobrada corresponderá ao consumo estimado de acordo com o artigo 86 do Decreto n.º 4648/93, até que seja possível estabelecer sua média trimestral e semestral previstas nos parágrafos anteriores.

§ 4.º Quando em um único hidrômetro estiver ligada mais de uma economia, a média mensal de volume de água por economia será obtida mediante a divisão aritmética do consumo de água pelo número de economias.

Art. 7.º O Volume de água mensal para o cálculo do VUR fica limitado em seus valores máximos, por economia, de acordo com a tabela abaixo:

USO DO IMÓVEL.....VOLUME (m3)

Industrial130

Comercial.....100

Pública.....50

Residencial.....50

Social.....50

Art. 8.º O caput do art. 215 da Lei n. 1.989, de 1973, passa a vigorar com a seguinte redação, acrescentando-se ao artigo os §§ 1.º, 2.º, 3º e 4º:

Art. 215. A taxa de coleta de lixo ordinário será lançada e cobrada junto à Fatura de Serviços do SAMAE, ou outro mecanismo, a critério da Autarquia.

§ 1.º Não havendo emissão de fatura mensal de água, inclusive nas novas economias, ou nos casos em que a água provenha de outras fontes, fica o SAMAE autorizado a emitir fatura própria para cobrança da taxa.

§ 2.º Na hipótese do parágrafo anterior e nos casos em que o consumo faturado não retrate a geração de lixo da economia, o valor da taxa será calculado pela média de consumo de água em economias com uso semelhante, na forma do disposto nos §§ 1.º, 2.º, 3.º e 4º do art. 214-A desta Lei .

§ 3º A qualquer momento, nos casos em que o contribuinte, pessoa física ou jurídica, se entender prejudicado, poderá, sem custos e mediante formulário próprio do SAMAE, requerer a revisão dos valores, para adequá-los em conformidade com a realidade do consumidor.

§ 4º É facultado ao contribuinte requerer a cobrança em separado da taxa relativa à coleta de lixo, mediante requerimento ao SAMAE, ficando sujeito ao pagamento adicional das despesas do bloquete e impressão da fatura, a partir do deferimento pela autarquia.

Art. 9.º A Lei n. 1.989, de 1973, passa a vigorar acrescida do art. 215-A, com a seguinte redação:

Art. 215-A. O lançamento da taxa de coleta de lixo ordinário será anual, com valor parcelado em 12 (doze) meses .

Art. 10. Serão fixados anualmente por ato do Chefe do Executivo:

I - O valor da geração específica do lixo e consumo médio de água por habitante, que serão usados para o cálculo do VUR;

II - Os custos específicos dos serviços de coleta, tratamento e deposição;

III - Os pesos do Fator de Frequência.

Art. 11. O caput do art. 3.º da Lei Complementar n. 159, de 19 dezembro de 1997, passa a vigor com a seguinte redação:

Art. 3.º Ficam isentos do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana e das demais taxas que compõem o respectivo carnê, bem como da Taxa de Coleta de Lixo Ordinário, os aposentados e pensionistas proprietários de um único imóvel localizado no Município e que lhes sirva de residência, desde que percebam como única fonte de renda familiar até 02 (dois) salários mínimos, vigentes na data do vencimento da primeira parcela.

[...] .

Art. 12. Esta Lei Complementar entra em vigor em 1.º de janeiro de 2002, com exceção do disposto na alínea f do art. 2º da Lei 1.370/1966, incluído pelo art. 1º desta Lei, que passa a vigorar a partir da data

de sua publicação, revogados o parágrafo único do art. 214, da Lei n. 1.989, de 21 de dezembro de 1973, o art. 6.º da Lei Complementar n. 159, de 19 de dezembro de 1997, o art. 3.º da Lei Complementar n. 45 de 28 de dezembro de 1992.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BLUMENAU, em 27 de dezembro de 2001.

DÉCIO NERY DE LIMA
Prefeito Municipal

ANEXO I DEFINIÇÕES DOS USOS DOS IMÓVEIS

Art. 1º Os imóveis são definidos segundo as seguintes características:

RESIDENCIAL: Imóvel destinado à moradia.

SOCIAL: Imóvel destinado à moradia ocupado por família carente e/ou de baixa renda, devidamente comprovada e com as seguintes características:

- a) renda familiar de até 2 (dois) salários mínimos vigentes;
- b) imóvel residencial único, com área construída de até 60 m²;

Imóveis integrantes de condomínios residenciais não podem ser classificados no grupo tarifa social.

PÚBLICO: Imóvel utilizado por órgãos públicos da administração direta, indireta e fundacional (federais, estaduais e municipais) e também por:

- a) Quartéis e corporações militares e policiais;
- b) Entidades e associações de classe, sem fins lucrativos;
- c) Templos, igrejas e cemitérios;
- d) Clubes, associações recreativas, culturais e esportivas;
- e) Escolas, creches, asilos, orfanatos e albergues e outras entidades com fins filantrópicos comprovados.
- f) Hospitais, clínicas e casas de repouso, ambulatórios e postos de saúde.

Economias ocupadas por sociedades de economia mista e integram a Administração Pública indireta, não se incluem na categoria Pública e deverão ser classificadas de acordo com a natureza de suas atividades.

COMERCIAL/INDUSTRIAL: Imóvel destinado à atividade privada voltada para a comercialização de produtos ou serviços, bem como à produção de bens de qualquer natureza tais como:

- a) Lojas, mercados, quitandas, barbearias, salões de beleza, laboratoriais, açougues, padarias e confeitarias e outros estabelecimentos correlatos;
- b) Oficinas (mecânicas, elétricas, eletrônicas e outras de qualquer natureza);
- c) Bares, restaurantes, hotéis e pensões;
- d) Cinemas e casas de diversão;
- e) Depósitos em geral;
- f) Estabelecimentos bancários e/ou financeiros em geral;
- g) Lavanderias, fabricas de sorvete, gelo, artefatos de cimento, tecidos, papel, conservas, bebidas, móveis, vidros e cristais, cerâmica, matadouros, metalúrgicas e siderúrgicas, serrarias, beneficiamento de madeira, cereais e alimentos e em outros estabelecimentos correlatos;
- h) Posto de combustíveis e lavagem de veículos;
- i) Embarcações em geral;
- j) Construções;

ESCRITÓRIO: Imóvel destinado exclusivamente ao exercício das atividades de advocacia, contabilidade, representação comercial, consultoria empresarial, assessoria em geral. Despachante, projetos de engenharia e arquitetura, estilistas e decoradores, marketing e publicidade e outros escritórios e/ou consultórios de profissionais liberais;

Art. 2º A construção, após a sua conclusão, deverá ser cadastrada de acordo com a categoria e grupo de usuários em que se enquadra.

Parágrafo único - O Samae deverá ter livre acesso aos imóveis para verificar a existência de novas economias e/ou alterações de categorias de uso e grupo de usuários.